



# Diplomová práce

## Inovace zametače SW - Grand

Studijní program: N2301 – Strojní inženýrství  
Studijní obor: 3909T010 - Inovační inženýrství

Autor práce : **Bc. Miroslav Novák**  
Vedoucí práce: Prof. Ing. Ladislav Ševčík, CSc., TUL





# Diploma thesis

## Inovation of sweeper SW - Grand

Study programme: N2301 – Mechanical Engineering

Study branch: 3909T010 – Innovation Engineering

Author : **Bc. Miroslav Novák**

Supervisor: Prof. Ing. Ladislav Ševčík, CSc., TUL





## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jméno a příjmení: **Bc. Miroslav NOVÁK**

Studijní program: **N2301 – Strojní inženýrství**  
Obor: **Inovační inženýrství**

Zaměření: **Inovace výrobků**

Ve smyslu zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách se Vám určuje diplomová práce na téma:

### **Inovace zametače SW - Grand**

#### **Zásady pro vypracování:**

Inovujte zavěšení zametače – nosnost cca. 3 t, koncept zařízení odpovídající vyhlášce MDS č. 341/2002 sb., nastavení pracovní polohy. Inovace zavěšení sběrné vany – bez demontáže při odklizení sněhu, vyklopení vany mimo zametač při vyprazdňování, nosnost 2,5 t, plynulé nastavení výšky nad povrchem. Inovace sběrné vany – objem vany 0,35 – 0,75 m<sup>3</sup>, uzavíratelné vývody Ø 150 nebo 200 mm. Inovace tvaru a umístění zásobní nádoby skrápění – objem nádoby 200 – 250 litrů. Inovace skrápění – adresná aplikace skrápěcí vody, nastavení skrápěcí clony. Inovace zakrytí - eliminace prašnosti, omezení odlétávání pevných částic.

1. Představení úkolu (cíl, seznámení s firmou, výrobkem, stávajícím řešením)
2. Naplánování projektu. (harmonogram, inovační příležitosti, inovační prohlášení)
3. Průzkum potenciálních řešení.
4. Návrh pěti řešení, zhodnocení jednotlivých variant a výběr nejlepšího řešení.
5. Rozpracování konečné varianty (FMEA, DFX, konstrukce, výpočty, výkresy vybrané varianty)
6. Ekonomické zhodnocení
7. Závěrečné zhodnocení

Forma zpracování diplomové práce:

- průvodní zpráva: cca 50 stran textu včetně obrázků
- grafické práce: výkresová dokumentace

Seznam literatury (uveďte doporučenou odbornou literaturu):

BRADSKÝ, Z., JÁČ, V.: Mechanika II, Kinematika. Skripta VŠST Liberec, 1986

ROH, J., 1989: Hydraulické mechanismy zemědělských strojů. Praha: SZN, 1989, 339 s. ISBN 80-209-0055-1

KUMHÁLA, F., HEŘMÁNEK, P., MAŠEK, J., KVÍZ, Z., HONZÍK, I., 2007: Zemědělská technika. Praha: Power Print, 2007, 426 s. ISBN 978-80-213-1701-7

BAUER, F., NOVOTNÝ, A.: Hydraulické systémy zemědělských strojů, Brno: skriptum VŠZ Brno, 1993, 178 s. ISBN: 8071570796

MAŠÍN, I. *Inovační inženýrství - Plánování a návrh inovovaného výrobku*. 1. vydání. Liberec: TUL, 2012. 168s. ISBN: 978-80-7372-852-6

MAŠÍN, I. JIRMAN, P. *Metody systematické kreativity*. 1. vydání. Liberec: TUL, 2012. 132s. ISBN: 978-80-7372-853-3

PUSTKA, Z. *Základy konstruování (tvorba výkresové dokumentace)*. 1. vydání. Liberec: TUL, 2009, 218s. ISBN: 978-80-7372-456-6.

PUSTKA, Z. *Základy konstruování (přesnosti na technických výkresech)*. 1. vydání. Liberec: TUL, 2009. 103s. ISBN: 978-80-7372-529-7.


PEŠÍK, L. *Části strojů – stručný přehled 1*. 4. vydání, doplněné. Liberec: TUL, 2010. 226s. ISBN: 978-80-7372-573-0.


PEŠÍK, L. *Části strojů – stručný přehled 2*. 4. vydání, doplněné. Liberec: TUL, 2010. 236s. ISBN: 978-80-7372-574-7.

Vedoucí diplomové práce: **Prof. Ing. Ladislav Ševčík, CSc., TUL**

Konzultant diplomové práce: **Petr Bohuněk, Agrometall s.r.o., Nový dvůr**



  
Prof. Ing. Ladislav Ševčík, CSc.  
vedoucí katedry

  
Doc. Ing. Miroslav Malý, CSc.  
děkan fakulty

V Liberci dne 10.1.2014

Platnost zadání diplomové práce je 15 měsíců od výše uvedeného data (v uvedené lhůtě je třeba podat přihlášku ke SZZ). Termíny odevzdání diplomové práce jsou určeny pro každý studijní rok a jsou uvedeny v harmonogramu výuky.



## MÍSTOPŘÍSEŽNÉ PROHLÁŠENÍ

Byl jsem seznámen s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do STAG

Datum: 20.5.2014

Podpis:



## **Poděkování**

Rád bych tímto poděkoval panu Prof. Ing. Ladislavu Ševčíkovi, CSc., který mi svými odbornými radami, znalostmi, zkušenostmi a ochotou pomohl s vypracováním této diplomové práce. Dále bych rád poděkoval panu Petru Bohuňkovi – majiteli firmy Agrometall s.r.o., Nový dvůr, který mi svou vstřícností umožnil vypracovat tuto diplomovou práci.

## **Inovace zametače SW - Grand**

**Abstrakt:** V práci je představena firma Agrometall s.r.o., Nový dvůr, oblast působení, kategorie výrobků, stávající výrobek Zametač SW – Grand a jeho řešení. Následně je zpracována inovace tohoto výrobku. Dále je proveden návrh pěti nových variant výrobku a výběr nejlepší varianty dle daných kritérií. Vybraná varianta je podrobně popsána a je proveden podrobný popis inovací jednotlivých částí. Dále je tato varianta prezentována ve formě 3D modelu a celkových výkresů sestavy. Na vybraných částech výrobku je provedena výpočtová analýza. V závěru práce je provedeno shrnutí parametrů výrobku získaných poznatků a jejich přínos pro inovovaný výrobek.

**Klíčová slova:** výrobek, výroba, analýza

## **Inovation of sweeper SW - Grand**

**Summary:** In the aim of this diploma thesis is introduced company Agrometall s.r.o., Nový dvůr., range of coverage, products groups, current product Sweeper SW – Grand and his solution. In consequence is made inovation of this product. In the next is executed proposal for fives new variant of product and is make chosing for variante which ist best according to criterions which were given. Best variant is detailed described and is executed detailed description of onovation of individuals products parts. In consequence is this variant presented by 3D model and by finally drawings of komplete assembly. On parts which had been choiced is executed computational analysis. In end of thesis is done summary of product parameters which have been obtained and their contribution for product which was inovated.

**Key words:** product, production, analysis

## Obsah

1. Představení úkolu.....	9
Úvod .....	9
Seznámení s problematikou .....	9
Firma Agrometall s.r.o., - představení, výrobky .....	10
Cíl práce .....	12
Analýza současného stavu .....	13
2. Naplánování projektu .....	15
Harmonogram projektu .....	15
Inovační příležitosti .....	16
Inovační prohlášení .....	17
3. Průzkum potenciálních řešení .....	18
4. Popsání variant.....	20
Kritéria hodnocení .....	25
Hodnotící tabulky .....	28
Váha kritérií .....	29
5. Rozpracování konečné varianty .....	33
Návrh.....	33
FMEA .....	33
DFX .....	35
Konstrukce stroje .....	36
Zavěšení zametače .....	39
Zavěšení sběrné vany .....	42
Sběrná vana.....	45
Zásobní nádoba skrápění .....	47
Úprava skrápění .....	48
Doplnění zakrytí .....	49
6. Ekonomické zhodnocení .....	50
7. Závěrečné zhodnocení.....	52
Seznam použité literatury .....	54
Seznam příloh .....	54



# **1. Představení úkolu**

## **Úvod**

V oblasti životního prostředí ve městech a obcích je čistota komunikací a funkčních ploch velice důležitá. Jejich znečištění od sněhu, zbytků posypových materiálů a naplavenin výrazně ovlivňuje vzhled a podobu daných míst. Uklizené komunikace a plochy výrazně snižují prašnost a mají příznivý vliv na zdraví obyvatel. Taktéž odklizený sníh z komunikací výrazně přispívá k zvýšení bezpečnosti silničního provozu a snižuje počet dopravních nehod a případných úrazů. V oblasti úklidu manipulačních ploch je čistota těchto ploch také velmi důležitá. Při odklizené ploše je sníženo riziko poškození manipulačních prostředků a je sníženo znečištění manipulovaného materiálu.

## **Seznámení s problematikou**

Požadavkem na technické parametry a výkonnost zařízení je sběr a odklizení běžně se vyskytujících nečistot na veřejných komunikacích. K těmto nečistotám patří zbytky inertních posypových materiálů, jako jsou kamenivo a písek. Dále budou odklizeny vlhké a kašovité nečistoty ve formě organických materiálů (listí, dřevo, ...).

Dalším odklizeným materiálem bude v zimním období sníh (Obr. 1) . V tomto případě se bude jednat o prvotní rychlé odklizení do tloušťky vrstvy cca 15 cm.

Základním požadavkem je možnost rychlého přestavení stroje zejména v zimním období, kdy se střídá úklid sněhu s následným odklizením posypového materiálu (Obr. 2 ).

Úkolem diplomové práce je navržení kompaktního stroje určeného právě pro úklid



Obr. 1: Odklizení sněhu



Obr. 2: Převážná poloha

a údržbu komunikací a manipulačních ploch za současného snížení celkových vynakládaných nákladů na tuto činnost.

Úkolem diplomové práce je navržení kompaktního stroje za současného snížení celkových vynakládaných nákladů na tuto činnost.

Místem realizace projektu bude firma Agrometall s.r.o., Nový dvůr, která svým výrobním programem a výrobky patří k předním domácím výrobcům v daném oboru komunální techniky.

### **Firma Agrometall s.r.o., - představení, výrobky**

Firma AGROMETALL s.r.o. Nový Dvůr působí na trhu se zemědělskou a komunální technikou již od roku 1993. Z komunální techniky se specializuje především na výrobu zametačů a radlic pro jakékoliv nosiče. Své výrobky dodává do mnoha států Evropy.

V obchodní činnosti se zabývá prodejem a servisem zemědělské, komunální a zahradní techniky. Zde mají dominantní postavení výrobky firmy John Deere a Kverneland.

Ve firemní prodejně zákazníci najdou nejen náhradní díly pro zemědělskou a komunální oblast, ale i drobnou zahradní techniku a nářadí, zařízení a díly pro stlačený vzduch. Pro rozšíření služeb zákazníkům úspěšně funguje půjčovna zemědělské a komunální techniky.

Pro zajištění všech činností je vybavena moderní výrobní, diagnostickou a servisní technikou a disponujeme kvalifikovanými pracovníky.

V současné době zaměstnává 56 zaměstnanců.

Od roku 2002 vlastní a udržuje systém kvality dle ISO 9001:2000.

Hlavním výrobním programem je výroba těchto strojů:



Obr. 3: Sněhová radlice

#### **Radlice na sníh**

Jsou vyráběny v provedení ORT, SRL, ZRM a ZRT. Radlice (Obr. 3) v provedení ORT je odpružená radlice pro připojení k přednímu závěsu traktoru. Radlice v provedení SRL je šípovitá radlice. Radlice v provedení ZRT je určena pro připojení k ZTZ traktoru.



Obr. 4: Zametač

### **Zametače**

Slouží k odklizení pevných a kašovitých nečistot a sněhu. Jsou vyráběny v provedeních ZM (Obr. 4), které slouží k připojení k malotraktorům a travním sekačkám až po provedení SW – Grand pro připojení k traktorům o výkonu 100 k. Provedení SW - Grand v pracovní šířce 2,8 metrů slouží pro nasazení v náročných podmínkách.



Obr. 5: Drapák

### **Příslušenství k manipulátorům**

Jedná se o univerzální a drapákové lopaty, speciální drapáky (Obr. 5) určené pro manipulaci s větvemi a shrnovače určené k vyklizení pasek. Všechny druhy lopat se vyznačují vysokou tuhostí konstrukce, jednoduchostí a univerzálností připojení.



Obr. 6: Nosič rozmetadel

### **Nosiče rozmetadel**

Slouží připojení rozmetadel průmyslových hnojiv. Výhodou je použití velkých rozmetadel i traktorem o menší únosnosti ZTZ. V nebrzděném provedení (Obr. 6) je možno připojit rozmetadlo o celkové hmotnosti 3,5 tuny. V brzděném provedení až do hmotnosti 5,3 tuny.

## **Cíl práce**

Cílem mojí práce je inovační proces, jehož výsledkem je vývoj a výroba zcela nového typu kompaktního zametače, který vychází z dosavadních zkušeností s výrobou stávajícího výrobku, odráží průzkum trhu, reflektuje informace (zkušenosti) a požadavky stávajících zákazníků i přání zákazníků nových, v neposlední řadě respektuje možnosti nosných hnacích prostředků. Tento nový stroj by měl doplnit stávající řadu vyráběných zametačů a přinést zákazníkům výrazné zvýšení produktivity práce odbouráním nákladů na potřebu dalších následných operací (manipulace, naložení na odvozní prostředek) s odklizeným materiálem. Doplnění zakrytování by mělo snížit zatížení okolí prašností při provozu stroje. Celkový potřebný výkon pro pohon stroje by měl být cca 100 koní. Součástí celkového řešení budou jednotlivé inovační celky:

### **Přepracování zavěšení zametače**

- provedení zavěšení zametače, které umožní vyklopení sběrné vany mimo zametač v případě odklizení sněhu
- přepracování mechanismu nastavení pracovní polohy
- provedení zavěšení zametače o nosnosti cca 3 t
- připojení k ZTZ traktoru kategorie II
- zařízení odpovídající vyhlášce MDS č. 341/2002 sb.

### **Úprava zavěšení sběrné vany**

- bez demontáže v případě odklizení sněhu
- vyklopení sběrné vany mimo zametač v případě vyprazdňování
- nosnost 2,5 t
- zachování možnosti plynulého nastavení výšky nad povrchem

### **Úprava sběrné vany – připojení odsávání**

- objem vany – 0,35 – 0,75 m<sup>3</sup>

- horní uzavíratelné vývody sběrné vany – Ø 150 nebo 200 mm

### **Úprava tvaru a umístění zásobní nádoby skrápění**

- objem nádoby 200 – 250 litrů
- umístění v příčné ose zametače
- symetrický čtvercový, nebo obdélníkový půdorys
- materiál nádoby – plast – výroba rotačním formováním

### **Úprava skrápění**

- adresná aplikace skrápěcí vody
- nastavení skrápěcí clony

### **Doplnění zakrytí**

- eliminace prašnosti
- nastavení výšky při opotřebení kartáče
- omezení odlétání pevných částic

## **Analýza současného stavu**

Zametač SW – Grand je určen k odstranění pevných a tekutých nečistot z pozemních komunikací, manipulačních prostorů a zpevněných ploch. Lze ho také využít pro odstranění nečistot z travnatých ploch.

Svojí konstrukcí a zpracováním je určen pro náročné použití v zimním i letním období. Jedná se o univerzální pracovní stroj určený pro připojení k traktorům (Obr. 7 ), čelním nakladačům (Obr. 8) a pracovním strojům.

Vzhledem k univerzálnosti připojovacího zařízení a adaptérům je možné připojení k čelnímu i zadnímu třibodovému závěsu traktoru a pracovním ramenům čelních traktorových i samojízdných nakladačů. Pohon zametače je proveden dle použitého hnacího prostředku od vývodového hřídele při 540 ot./min., nebo od hydromotoru při průtočném množství oleje 50-80 l/min a tlaku max. 200 bar. Pro pohon pracovními stroji s vyšším průtočným množstvím a tlakem musí být použit redukční ventil. Celkový potřebný výkon hnacího prostředku je cca 100 koní.

Zametač je dodáván ve dvou pracovních šířkách 2100 a 2800 mm. Jako příslušenství je k základní konfiguraci dodáván boční přimetací kartáč, hydraulicky vyklápěná vana na nečistoty, hydraulické natáčení a skrápěcí zařízení snižující prašnost vznikající při provozu. Zametač je možno dále dovybavit opěrnými pojezdovými koly a osvětlovací rampou pro provoz na pozemních komunikacích. Zametací kartáč je složen dle provedení ze tří nebo čtyř segmentů. Materiál kartáčů je volitelný dle použití. Pro univerzální použití je vhodný materiál PPN, pro použití v náročnějších podmínkách je vhodné zvolit kombinaci materiálu PPN s ocelovými dráty. Pro použití zametače v zimním období je možno použít PPN kartáč s výsečemi, které zabraňují ucpání kartáče.

#### **Výhody současného provedení:**

Hlavní výhodou stroje je jeho jednoduchá konstrukce. Základní sestava stroje se vyznačuje snadnou rozšiřitelností o přídatné zařízení – boční přimetáč, sběrnou vanu, skrápění. Dále se vyznačuje jednoduchou a nenáročnou údržbou. Kvalitní dílenské zpracování a povrchová úprava jednotlivých částí zaručuje vysokou jakost stroje i v provozu při náročných podmínkách.

#### **Nevýhody současného provedení:**

Hlavní nevýhodou stroje je potřeba dalších manipulačních prostředků pro naložení odklízeného materiálu na odvozní prostředek, což zvyšuje náklady na úklid. Dále se stroj vyznačuje velkou prašností při provozu z důvodu absence krycích prvků. Za podstatnou nevýhodu považují také časté poškození stroje při provozu z důvodu chybějících ochranných a podpůrných prvků v místě sběrné vany.



Obr. 7: Zapojení k traktoru



Obr. 8: Zapojení k čelnímu nakladači



## 2. Naplánování projektu

### Harmonogram projektu

Harmonogram projektu (Obr. 9) je jednou z důležitých částí celkového projektu. Harmonogram slouží k naplánování doby trvání jednotlivých částí projektu, stanovení jednotlivých milníků projektu – kontrolních bodů, stanovení volných kapacit vstupujících zdrojů projektu a následné sledování plnění časového plánu projektu. Pro zpracování harmonogramu byl použit speciální program Microsoft Project určený pro tento účel.

Pro sestavení harmonogramu diplomové práce byly stanoveny tři dílčí souhrnné úkoly - Vypracování diplomové práce, jejíž součástí jsou dva vložené dílčí souhrnné úkoly – Zpracování diplomové práce a Zpracování konstrukčního řešení. Celkový stanovený čas na vypracování diplomové práce je 125 dnů. Jednotlivé dílčí souhrnné úkoly jsou vždy zakončeny milníky projektu. Časová osa harmonogramu začíná dnem 2. 12. 2013, kdy je zahájen výběr tématu diplomové práce a končí 23. 5. 2014 odevzdáním diplomové práce.

Nejdéle trvající položkou harmonogramu je zpracování konstrukčního řešení. Tato položka obsahuje tři konzultace ve firmě Agrometall. Termíny konzultací jsou stanoveny na základě předpokládané doby konstrukce jednotlivých konstrukčních celků výrobku. Dále je do této položky zahrnuto ekonomické a závěrečné zhodnocení.

Nadřazeným dílčím souhrnným úkolem v harmonogramu je zpracování diplomové práce. Do této je zahrnuta formulace cílů, návrh možných variant řešení, jejich vyhodnocení a výběr nejlepší varianty, která bude dále zpracována.

Hlavním úkolem harmonogramu je vlastní vypracování diplomové práce, které kromě již zmíněných dvou dílčích úkolů zahrnuje vlastní výběr tématu diplomové práce a následné vypracování jejího zadání.



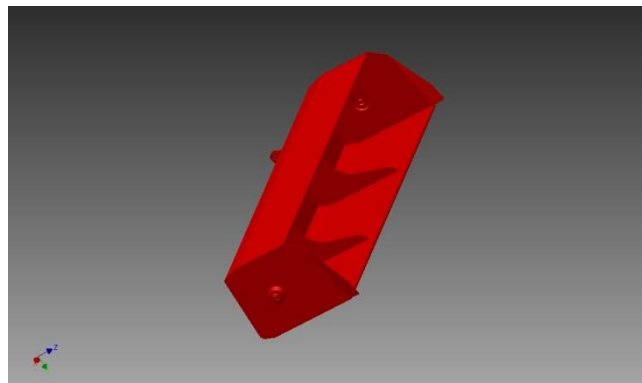
Obr. 9: Harmonogram projektu

## **Inovační příležitosti**

Z dlouhodobého používání výrobků, stanoveného požadavku na nový výrobek, zkušenosti zákazníků a požadavku na zvýšení užitné hodnoty stroje vyplynula potřeba na změny v jednotlivých skupinách stávajícího výrobku.

### **Sběrná vana (Obr. 10)**

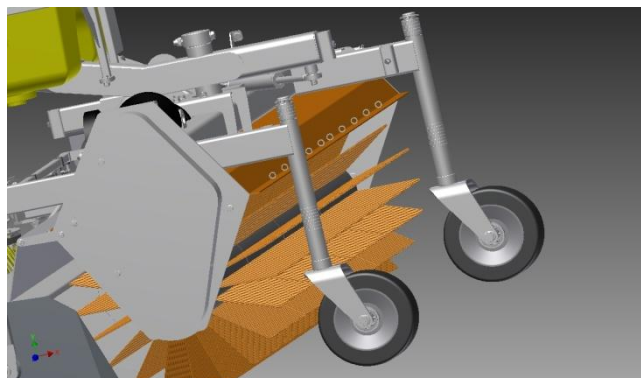
- zvýšení účinnosti sběru nečistot
- umístění odsávání
- zavěšení sběrné vany
- vyklopení mimo stroj



Obr. 10: Stávající provedení sběrné

### **Zakrytování (Obr. 11)**

- snížení prašnosti stroje
- snížení počtu odlétávajících částic

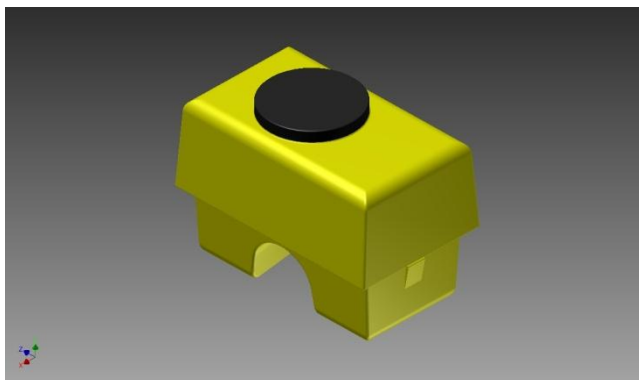


Obr. 11: Stávající provedení



### Zásobní nádoba skrápění (Obr. 12)

- změna tvaru nádoby



Obr. 12: Stávající provedení zásobní

### Změna zavěšení (Obr. 13)

- snížení možnosti poškození



Obr. 13: Stávající provedení

## **Inovační prohlášení**

Jelikož firma Agrometall s.r.o. působí na trhu a vyrábí stroje pro komunální použití více jak 20 let a je jedním z předních výrobců v této oblasti se zavedeným stálým výrobním programem, budou jako vstupní podklady pro vypracování práce použity poznatky ze současného používání stávajícího výrobku Zametač SV – Grand a požadavků stávajících i budoucích potenciálních zákazníků.

Dále pak budou použity informace získané od vedoucích představitelů firmy a z jejich představ o budoucích výrobcích, které mají šanci uspět na trhu se stroji pro komunální použití. Pro vypracování konstrukce nového inovovaného výrobku bude jako základ použito informací od konstruktéra v současné době vyráběných strojů.

Na základě takto získaných informací bude proveden návrh pěti potenciálních řešení konstrukce nového výrobku a zhodnocení těchto jednotlivých návrhů pomocí SWOT analýzy.

Pro další hodnocení pro výběr nejlepší varianty budou vybrána a popsána jednotlivá hodnotící kritéria. Kritéria budou sestavena do hodnotící tabulky a z tohoto hodnocení pomocí součtu plusových, neutrálních a minusových bodů budou vybrány dvě možné výsledné varianty řešení. Pro následný výběr nejlepší varianty budou jednotlivým hodnotícím kritériím přiřazeny body na základě požadovaných vlastností budoucího výrobku. Dle výsledku bodového hodnocení jednotlivých variant bude vybrána pro další zpracování varianta s nejvyšším bodovým ohodnocením a toto ohodnocení bude dále zdůvodněno.

Pro výslednou variantu bude dále zpracováno konstrukční řešení s výkresy sestavy výrobku. Součástí této konstrukce bude zpracování analýzy potenciálních vad a jejich příčin ( FMEA ) a provedena pevnostní analýza hlavních částí výrobku.

Po vypracování konstrukce výrobku bude provedeno ekonomické zhodnocení přínosu nového výrobku a vyčíslení úspory v jeho používání.

V závěru bude provedeno celkové zhodnocení výrobku a jeho konstrukce.

### **3. Průzkum potenciálních řešení**

Inspiraci pro řešení konstrukce stroje a splnění zadání jsem hledal v oblasti komunální techniky a stavebních strojů. V těchto dvou odvětvích jsou k manipulaci s materiálem používány jednoduché mechanismy. Toto bude použito při konstrukci vyklápěcích ramen a zavěšení zametače.



Obr. 14: Profesionální sekačka

Použití výložného mechanismu sběrné vany profesionální sekačky (Obr. 14). Pro vyložení je použito mechanické rameno ovládané přímočarým hydromotorem. Tímto je umožněno přesunutí sběrné vany do polohy nad odvozní prostředek.



Obr. 15: Rameno čerpadla

Použití výložného mechanismu ramena čerpadla na beton (Obr. 15). Pro manipulaci je použit přímočarý hydromotor umožňující přesunout rameno z přepravní polohy do různých



Obr. 16: Dopravník

Použití mechanismu třídičky sypkých materiálů na umístění části dopravníku do přepravní polohy (Obr. 16).

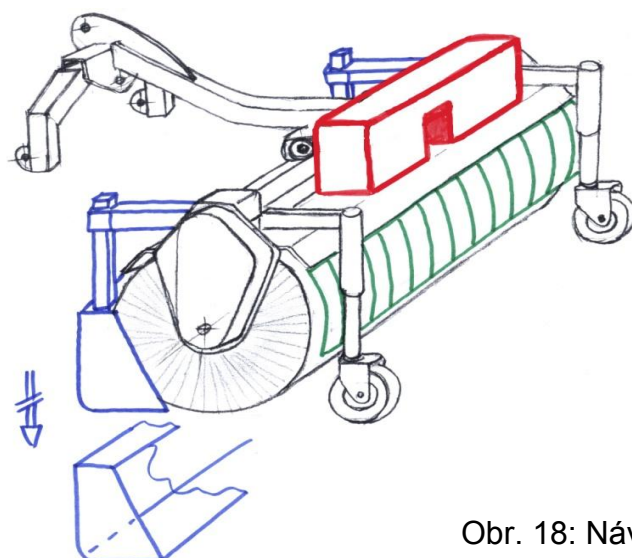


Obr. 17: Natáčení

Použití uložení přední části čelního nakladače. Uložení umožňuje za použití přímočarých hydromotorů plynulé natáčení (Obr. 17).

#### 4. Popsání variant

##### Návrh č. 1 – horizontálně posuvná/odnímatelná výklopná vana



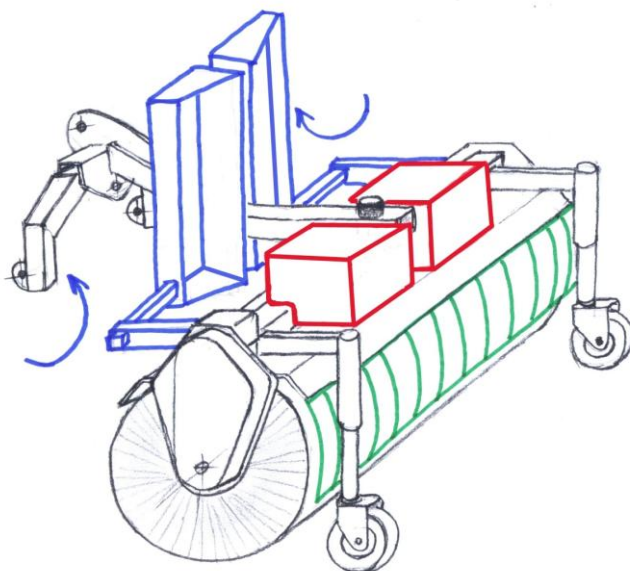
Obr. 18: Návrh

Toto řešení kopíruje současné provedení zametače. Je zachována konstrukce, tvar a umístění nosného rámu. Uložení zametacího válce zůstává také zachováno. Také je zachováno celkové zavěšení zametače k nosnému stroji. Zásobní nádoba skrápění je přepracována do kvádrového tvaru s celkovým objemem 250 litrů a s vybráním pro umístění v příčném směru nad zavěšení zametače. Zametač je doplněn o přídatné boční a zadní zakrytování pro snížení prašnosti při provozu. Zavěšení sběrné vany je provedeno tak, že v případě potřeby odklizení sněhu nebo práce bez potřeby sběru odklizeného materiálu dojde k vysunutí tohoto zavěšení a k celkovému horizontálnímu odložení vany (Obr. 18).

Silné stránky	Slabé stránky
Standardní zavěšení stroje	Manipulace
Jednoduchá konstrukce	Zásobní nádoba skrápění
Příležitosti	Hrozby
Variabilita	Manipulační čas
Doplnění stroje	Závislost na dalších operacích

## Návrh č. 2 – dělená/otočně výklopná vana

Toto řešení kopíruje současné provedení zametače. Je zachována konstrukce, tvar a umístění nosného rámu. Uložení zametacího válce zůstává také zachováno. Také je zachováno celkové zavěšení zametače k nosnému stroji. Na zametači jsou umístěny dvě menší zásobní nádoby skrápění o celkovém objemu 250 litrů. Zametač je doplněn o přídatné boční a zadní zakrytování pro snížení prašnosti při provozu. Zavěšení sběrné vany je provedeno tak, že v případě potřeby odklizení sněhu nebo práce bez potřeby sběru odklizeného materiálu dojde k rozdělení vany a k odklopení jednotlivých polovin směrem vzhůru (Obr. 19).

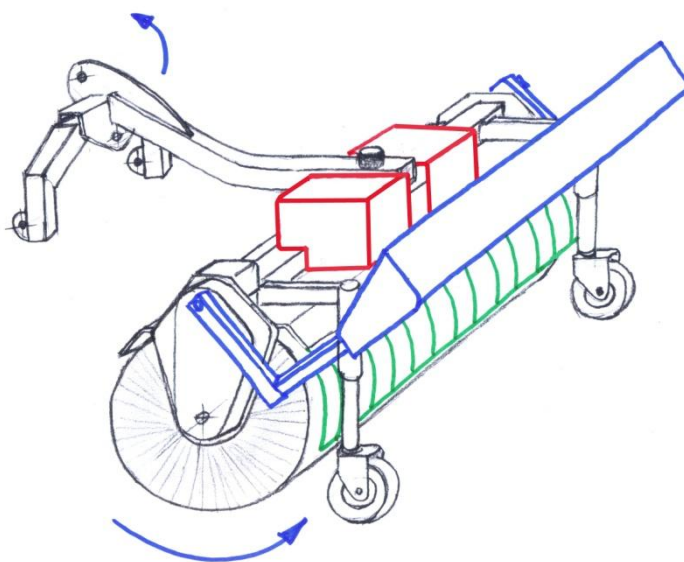


Obr. 19: Návrh

Silné stránky	Slabé stránky
Standardní zavěšení stroje	Otočný mechanismus sběrné vany
Přestavění při odklizení sněhu	Zavěšení sběrné vany, konstrukce vany
Příležitosti	Hrozby
Úspora provozních nákladů	Složitá konstrukce
Doplnění stroje	Snížení prodeje

### Návrh č. 3 – otočná vana

Toto řešení kopíruje současné provedení zametače. Uložení zametacího válce i rámu zůstává také zachováno jakož i celkové zavěšení zametače k nosnému stroji. Na zametači jsou umístěny dvě menší zásobní nádoby skrápění o celkovém objemu 250 litrů. Je doplněno přídatné boční a zadní zakrytování pro snížení prašnosti při provozu. Zavěšení sběrné vany je provedeno tak, že v případě potřeby odklizení sněhu nebo práce bez potřeby sběru odklizeného materiálu dojde k celkovému otočení zavěšení a vany do zadní části zametače (Obr.20).



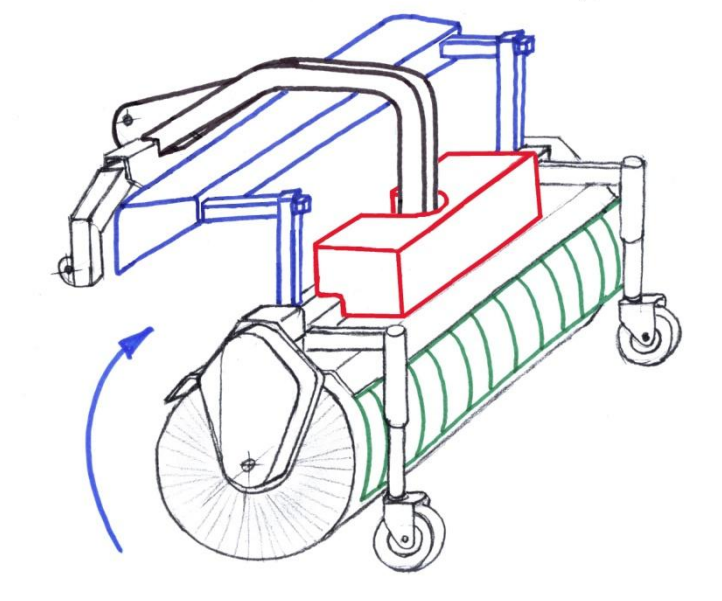
Obr. 20: Návrh

Silné stránky	Slabé stránky
Standardní zavěšení stroje	Otočný mechanismus sběrné vany
Přestavění při odklizení sněhu	Prvky zavěšení vany
Příležitosti	Hrozby
Úspora provozních nákladů	Zastaralá konstrukce
Manipulační čas	Snížení prodeje



## Návrh č. 4 – otočná vana

Toto řešení částečně kopíruje současné provedení zametače. Je zachována konstrukce, tvar a umístění nosného rámu. Uložení zametacího válce zůstává také zachováno. Celkové zavěšení k pracovnímu stroji je přepracováno tak, aby bylo možno sběrnou vanu vyklopit v případě odklizení sněhu nebo práce bez potřeby sběru odklizeného materiálu směrem vzhůru bez dělení sběrné vany. Na zametači je umístěna jedna zásobní nádoba skrápění. Zametač je doplněn o přídavné boční a zadní zakrytování pro snížení prašnosti při provozu (Obr. 21).

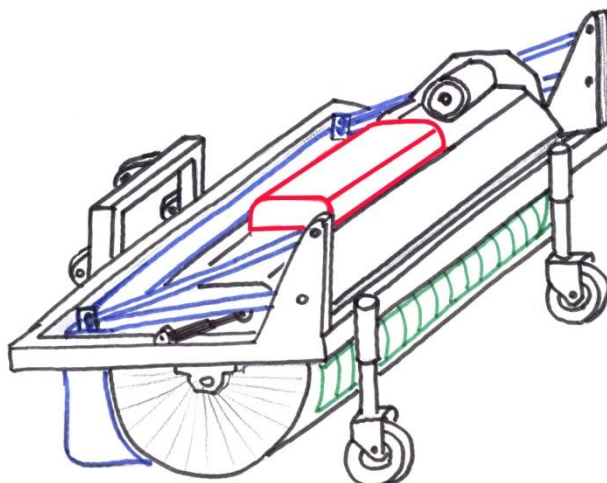


Obr. 21: Návrh

Silné stránky	Slabé stránky
Standardní zavěšení stroje	Zvýšené nároky na konstrukci rámu
Přestavění při odklizení sněhu	Prvky zavěšení vany
Příležitosti	Hrozby
Úspora provozních nákladů	Životnost stroje
Manipulační čas	Snížení prodeje

## Návrh č. 5 – výklopná vana

Toto řešení je zcela novým provedením. Je změněna konstrukce, tvar a umístění nosného rámu. Dále je zcela přepracováno celkové zavěšení k pracovnímu stroji. Konstrukce stroje dovoluje sběrnou vanu vyklopit směrem vzhůruv případě odklizení sněhu nebo práce bez potřeby sběru odklizeného materiálu. Zametač je doplněn o výklopné zařízení tak, aby bylo možné uložit odklizený materiál přímo do odvozního prostředku bez potřeby dalších pracovníků nebo nakládacího prostředku. Na zametači je umístěna jedna, nebo dvě zásobní nádoby skrápění. Zametač je doplněn o přídatné boční a zadní zakrytování pro snížení prašnosti při provozu (Obr. 22).



Obr. 22: Návrh

Silné stránky	Slabé stránky
Autonomnost stroje	Pořizovací náklady
Zvýšení pracovního výkonu	Provozní nároky
Příležitosti	Hrozby
Noví zákazníci	Snížení prodeje stávajících strojů
Rozšíření prodeje	Ztráta zákazníků



## **Kritéria hodnocení**

Z důvodu výběru nejvhodnější konstrukce stroje z navržených řešení jsou stanovena hodnotící kritéria co nejvíce přibližující požadavky zákazníků, jejich plnění a cíle zadání inovace zařízení. Na základě dodržení stanoveného zadání inovace výrobku dojde k výběru nejvhodnější varianty.

**Pracovní záběr** – pracovní záběr je ovlivněn typem zavěšení stroje na předním nebo zadním třibodovém závěsu traktoru a únosností těchto závěsů. Základní pracovní i transportní poloha stroje je kolmo na směr jízdy a osu nosiče. Pro maximální využitelnost a řešení s použitím stávajících dílů bude základní pracovní záběr 2,8 metry. Tento pracovní záběr bude možno rozšířit o přídatné boční přimetací zařízení.

**Pracovní rozsah** – pracovní rozsah je dán šíří pracovního rotačního kartáče, vyklopením přimetacího kartáče a „hluchými =nezametenými“ místy “ určenými konstrukcí stroje. Standardní natočení stroje je v rozsahu  $\pm 15^\circ$ . Dále je pracovní rozsah určen výškovým nastavením pracovního záběru stroje.

**Připojení** stroj je možno připojit k přednímu i zadnímu třibodovému závěsu traktoru kategorie UZ II. Je možné doplnit ho o zavěšení na trojúhelníkový závěs, čelní nakladače traktorů a ostatní čelní nakladače, závěs na vidle VZV, desku DIN 3-5 a rychloupínače

**Tuhost konstrukce** – dostatečná robustnost konstrukce stroje zaručuje dodržení kvalitních pracovních výkonů a „100% “ účinnost zametení po celou dobu životnosti stroje. Dále zvyšuje nosnost vany na nečistoty a zvyšuje využití pracovní doby stroje a obsluhy snížením počtu pracovních cyklů (zametání – vyprázdnění vany).

**Údržba** - jednoduchá konstrukce zařízení umožňuje snadnou výměnu hlavního zametacího kartáče a snadné ošetření a čištění pohyblivých částí stroje a snadné mytí vany na nečistoty. Použití ochrany kovových částí snižuje opotřebení a korozi a zvyšující životnost stroje.

**Dostupné díly** – konstrukce stroje využívající použití standardních nakupovaných dílů nebo již používaných „zakázkových dílů“. Maximálním zjednodušením konstrukce stroje zvýšit využití stávajících firemních výrobních zařízení

**Konstrukce** – Použití standardních materiálů nevyžaduje náročné obráběcí prostředky. Součásti jednoduchých tvarů a eliminace ohýbaných rádiusových dílů.

Maximálním zjednodušením konstrukce stroje nezvyšuje využití stávajících firemních výrobních zařízení, snižuje se manipulační prostor a výrobní přípravy, je omezeno nakupování služeb. Použitím jednoduchého tvaru zásobníku skrápěcí vody se snížily náklady na nástroj a výrobní stroj pro jeho výrobu.

**Provozní nároky** – Konstrukcí zařízení a využitím mechanických vlastností materiálu jsou dodrženy nízké nároky na únosnost a provozní hmotnost přípojných prostředků. Pohon je hydromotorem o příklonu 50 – 80 l/min / max. tlak 200 barů. barů, přípojný stroj má výkon motoru do 100 koní.

**Pořizovací náklady** – počáteční investice do nákupu stroje a volby jeho konfigurace jsou jednou z důležitých informací pro rozhodnutí o nákupu. Stroj musí mít příznivý poměr cena/výkon a splňovat vysokou užitnou jakost. Pro maximální variabilitu a možnost provádět různé typy prací by měl být stroj sběrnou vanou a skrápěním pro snížení prašnosti.

**Obsluha stroje** – použití stroje zaručuje minimální nároky na obsluhu a odstranění více početné obsluhy nebo potřeby dalších mechanizačních prostředků pro následnou manipulaci s odklizeným materiálem. Použití nezávislého stroje vede ke zvýšení produktivity a pracovního výkonu a snížení provozních nákladů a nákladů na další doplňkové operace a odvozní prostředky.

**Rozsah použití** – vybavení stroje různými druhy kartáčů (plný, výsekový) a materiálů, ze kterých jsou tyto kartáče vyrobeny, by mělo odpovídat běžně odklizeným materiálům/látkám - kamenná drť, písek, hlína, sníh. Stroj je určen pro úklid komunikací, manipulačních prostorů, parkovišť, drtě po frézování vozovky, ale také třeba pro odklizení nečistot z travnatých ploch.

**Doplňková zařízení** - Prašnost je snížena pomocí doplňkového zakrytování a použitím skrápěcího zařízení.

**Komplexita** – náročnost prostředí, ve kterém je výrobek použitý, vyžaduje stroj sestavený z co nejméně součástí a obsahující co nejméně pohyblivých a hydraulických prvků. Počet potenciálně náchylných dílů zvyšuje nároky na údržbu a snižuje životnost výrobku. Počet dílů však nesmí omezit vlastní konstrukci a použití stroje.

**Pohon stroje** – stroj je poháněn hydromotorem s průtokem 50-80l/min – max. tlak 200 barů. Zvýší se uplatnění připojení i k pracovním strojům, čelním nakladačům, nákladním automobilům nebo vysoko zdvižným vozíkům.

**Manipulace** – stroj je vybaven přídatnými prostředky pro snadné uložení v době nečinnosti. Toto řešení by mělo zabránit poškození sběrné vany a jejího uložení v době odstávky a usnadnit připojení k pohonnému/nosnému prostředku

**Design** – účel a druh použití stroje neklade zvláštní nároky na konstrukci z hlediska vzhledu a provedení. Snahou je vytvořit kompaktní zařízení splňující požadavky na funkčnost a použití v náročném prostředí.

**Životnost stroje** – robustní konstrukce stroje odpovídající každodennímu použití v komunální, lesní a zemědělské oblasti umožňuje dlouhodobé nasazení. Konstrukční a dílenské provedení zaručuje stálé parametry a jakost stroje. Použitím kvalitní povrchové úpravy dílů stroje je zbráněno nežádoucí korozi ocelových součástí.

**Přestavba stroje** – přestavba stroje je důležité kritérium pro včasné použití stroje v různých pracovních podmínkách, proto je nutno zkrátit přípravu stroje na minimum. Ve většině případů se bude jednat o odejmutí a opětovné nasazení sběrací vany - v případě odklizení sněhu a následné odklizení zbytku posypového materiálu, nebo v případě odklizení kašovitého znečištění komunikace a následného odklizení již vyschlých zbytků.

**Provoz stroje** – jeden z důležitých parametrů pro výběr stroje, který ovlivňuje jeho základní konstrukci a využití. V tomto případě se jedná o prašnost při provozu.

**Jakost stroje** – stroj by měl být schopen plnit svou funkci po celou dobu životnosti a být účelný díky zkušenostem stávajících zákazníků a splnění požadavků a přání nových zákazníků. Dále je nutná určitá „nadčasovost“ výrobku z hlediska nových potenciálních možností využití.

## Hodnoticí tabulky

Pro počáteční „ hrubý “ výběr bude posouzeno všech pět navrhnutých variant (Tabulka č.1). Posouzení je provedeno dle přínosu návrhu jednotlivé varianty pro daný výrobek.

Tabulka č. 1 - hodnocení pro rozřídění návrhů

Kritéria	Návrhy				
	Návrh č. 1	Návrh č. 2	Návrh č. 3	Návrh č. 4	Návrh č. 5
Pracovní záběr	+	+	+	+	+
Pracovní rozsah	-	-	-	-	+
Připojení	+	+	+	+	+
Tuhost konstrukce	-	0	-	-	+
Údržba	+	0	0	0	0
Dostupné díly	+	0	-	-	-
Konstrukce	-	-	-	-	+
Provozní nároky	+	-	-	-	0
Pořizovací náklady	+	-	-	-	0
Obsluha stroje	0	0	0	0	+
Rozsah použití	+	+	+	+	+
Doplňková zařízení	+	+	+	+	+
Komplexita	+	0	-	-	0
Pohon stroje	+	+	+	+	+
Manipulace	0	-	-	-	+
Design	-	0	-	-	+
Životnost stroje	+	0	-	-	+
Přestavba stroje	0	0	-	-	+
Provoz stroje	+	-	-	-	+
Jakost stroje	0	-	-	-	+
Součet ( + )	12	5	5	5	15
Součet ( - )	4	7	13	13	1
Součet ( 0 )	4	8	2	2	4
Výsledek	<b>+8</b>	<b>-2</b>	<b>-8</b>	<b>-8</b>	<b>+14</b>
Pořadí	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>1</b>
Následné hodnocení	Ano	Ne	Ne	Ne	Ano

Znaménko + je přiřazeno kritériím, která zlepšují vlastnosti výrobku. Znaménko – značí negativní vlastnosti nových návrhů. 0 je přiřazena neutrálním změnám.

Z „hrubého“ výběru byly pro další hodnocení vybrány návrhy č. 1 a č. 5. Pro tyto návrhy bude provedeno další hodnocení pomocí přiřazení váhy důležitosti pro jednotlivá hodnotící kritéria. Dále bude těmto kritériím přiřazena číselná hodnota, kterou bude ohodnocen význam jednotlivých hodnocení. Přiřazené hodnoty jsou v rozsahu 1 – 3 – 5, přičemž vyšší hodnota znamená vyšší význam.

### **Váha kritérií**

Přiřazení číselné hodnoty jednotlivým navrhnutým posuzovacím kritériím dle důležitosti pro výběr vhodné varianty z jednotlivých návrhů. Pro přiřazení váhy je použita číselná stupnice od 1 do 10. Vyšší hodnota je přiřazena vyššímu významu daného kritéria (Tabulka č.2).

Dále je přidán popis významu funkce daného kritéria:

Z – základní funkce

S – sekundární funkce

D – doplňková funkce

Poté následuje detailní hodnocení dvou vybraných návrhů za pomoci bodové metody (Tabulka č.3 ) a následné odůvodnění jednotlivých kritérií (Tabulka č.4).

Tabulka č. 2 – Váha kritérií

Kritéria	Váha	Funkce - Popis
Pracovní rozsah	10	<b>Z</b> - Dodržení schopnosti odklizení nečistot.
Obsluha stroje	10	<b>Z</b> - Splnění požadavku zákazníků na autonomitu stroje. Snížení celkových nákladů na úklid.
Přestavba stroje	10	<b>Z</b> - Snížení času a nákladů na přestavbu stroje v případě úklidu sněhu.
Pracovní záběr	9	<b>Z</b> - Maximální využití výkonu hnacího prostředku, dodržení zákonných předpisů.
Rozsah použití	9	<b>Z</b> - Univerzálnost použití.
Údržba	9	<b>Z</b> - Minimalizace nákladů na údržbu.
Provoz stroje	9	<b>Z</b> – Snížení prašnosti při provozu – vliv na okolí.
Provozní nároky	8	<b>Z</b> – Snížení provozních nákladů.
Tuhost konstrukce	8	<b>Z</b> – Snížení poruchovosti, odolnost.
Pořizovací náklady	7	<b>S</b> – Počáteční investice vynaložená na nákup stroje.
Komplexita	6	<b>S</b> – Počet dílů stroje, poruchovost, údržba.
Jakost stroje	5	<b>S</b> – Plnění funkce po dobu životnosti.
Konstrukce	5	<b>S</b> – Použití standardních materiálů – vliv na cenu
Připojení	5	<b>S</b> - Možnost připojení k různým hnacím prostředkům.
Pohon stroje	4	<b>S</b> – Využití hnacích prostředků
Manipulace	3	<b>D</b> – Zvýšení životnosti stroje – zvýšená ochrana
Životnost stroje	3	<b>D</b> – Zvýšení dlouhodobé použitelnosti – zátěž.
Design	2	<b>D</b> – Zajištění kompaktnosti stroje.
Doplňková zařízení	1	<b>D</b> – Možnost připojení doplňkových zařízení.
Dostupné díly	1	<b>D</b> – Konstrukce stroje za použití stávajících dílů.

Tabulka č. 3 – detailní hodnocení návrhů

Kritéria	Váha kritérií	Návrhy			
		Návrh č. 1		Návrh č. 5	
		Hodnota	Vážená hodnota	Hodnota	Vážená hodnota
Pracovní záběr	9	5	45	5	45
Pracovní rozsah	10	1	10	5	50
Připojení	9	5	45	5	45
Tuhost konstrukce	8	1	8	5	40
Údržba	9	5	45	3	27
Dostupné díly	1	5	5	1	1
Konstrukce	5	1	5	5	25
Provozní nároky	8	5	40	3	24
Pořizovací náklady	7	5	35	3	21
Obsluha stroje	10	3	30	5	50
Rozsah použití	9	5	45	5	45
Doplňková zařízení	1	5	5	5	5
Komplexita	6	5	30	3	18
Pohon stroje	4	5	20	5	20
Manipulace	3	3	9	5	15
Design	2	1	2	5	10
Životnost stroje	3	5	15	5	15
Přestavba stroje	10	3	30	5	50
Provoz stroje	5	5	25	5	25
Jakost stroje	5	1	5	5	25
Výsledek		454		556	
Pořadí		2.		1.	

Tabulka č. 4 – odůvodnění hodnocení

Kritéria	Hodnocení návrhů	
	Návrh č. 1	Návrh č. 5
<b>Pracovní záběr</b>	Dle dovolených možností	Dle dovolených možností
<b>Pracovní rozsah</b>	V rozsahu stávajícího stroje	Zvýšené natočení a poloha
<b>Připojení</b>	Univerzální připojení	Univerzální připojení
<b>Tuhost konstrukce</b>	Možnost poškození při nesprávné manipulaci	Snížení rizika poškození
<b>Údržba</b>	V rozsahu stávajícího stroje	Zvýšená pozornost v závislosti na použití hydraulických prvků
<b>Dostupné díly</b>	Bez nutnosti dalších dílů	Nové nakupované díly
<b>Konstrukce</b>	Zvýšená pozornost při manipulaci	Zvýšení tuhosti a robustnosti
<b>Provozní nároky</b>	Vzhledem k nízké hmotnosti lze využít hnací prostředek s nižší únosností	Vyšší únosnost hnacího prostředku, počet hydraulických okruhů
<b>Pořizovací náklady</b>	Příznivý poměr cena/výkon	Vyšší pořizovací náklady v závislosti na konstrukci a použití hydraulických prvků
<b>Obsluha stroje</b>	Nutnost další manipulace	Autonomní zařízení – uložení sebraných nečistot na odvozní prostředek
<b>Rozsah použití</b>	Použití pro různé povrchy a nečistoty	Použití pro různé povrchy a nečistoty
<b>Doplňková zařízení</b>	Doplnění skrápění	Doplnění skrápění
<b>Komplexita</b>	Jednoduchá konstrukce, malý počet funkčních dílů	Vyšší počet funkčních dílů, požadavek na min. tři hydraulické okruhy
<b>Pohon stroje</b>	Vývodový hřídel, hydromotor	Vývodový hřídel, hydromotor
<b>Manipulace</b>	Vyšší riziko poškození, dodatečná montáž opěrných prvků	Stabilní uložení, nízké riziko poškození
<b>Design</b>	Bez designových prvků	Kompaktní stroj
<b>Životnost stroje</b>	Snížení životnosti vzhledem k upevnění	Nízké riziko snížení životnosti z důvodu robustní konstrukce
<b>Přestavba stroje</b>	Odložení sběrné vany, manipulační prostor	Bez přestavby
<b>Provoz stroje</b>	Eliminace prašnosti a hlučnosti	Eliminace prašnosti a hlučnosti
<b>Jakost stroje</b>	Riziko poškození při provozu	Stabilita provozu, odolnost



## **5. Rozpracování konečné varianty**

### **Návrh**

Z předchozího hodnocení a jeho výsledků vyšel jako návrh s nejvyšším bodovým hodnocením návrh č. 5. Jedná se o návrh zcela nové konstrukce stroje odlišné od konstrukce stávající. Stroj bude proveden jako autonomní a jeho použitím dojde zcela k odbourání následné manipulace s odklizenými nečistotami. Použitím hydraulického výklopného systému bude moci samostatně umístit sebraný materiál na odvozní prostředek bez použití další mechanizace nebo ruční práce. Tento návrh bude dále zpracován dalším postupem, kdy bude provedena kompletní celková konstrukce stroje dle zadání a stroj bude doplněn o hydraulický výklopný mechanismus. Dále bude uvažováno s řešením připojení odsávacího zařízení, což umožní zvýšení použití a účinnosti stroje při odklizení tekutých nečistot. Tato změna zvýší nároky na přípojný hnací prostředek – únosnost+ počet hydraulických okruhů, avšak bude splněn hlavní požadavek na snížení celkových nákladů na úklid a provoz stroje.

### **FMEA**

FMEA je zkratka z anglického názvu Failure Mode and Effect Analysis do češtiny překládaného jako analýza možných poruch a jejich důsledků nebo také analýza možností vzniku vad a jejich následků. V této části práce je využita FMEA konstrukční.

Základní charakteristiky použité konstrukční FMEA:

- systémový přístup k prevenci poruch
- databáze poruchovosti stroje a zařízení
- poskytnutí informací o příčinách poruch
- poskytnutí informací o odhalitelnosti poruch
- poskytnutí informací o důsledcích poruch
- poskytnutí informací vedoucích ke zlepšení konstrukce stroje

Konstrukční FMEA (Obr. 23) poskytuje při dobrém provedení až 80-ti % snížení možných nákladů na novou konstrukci a změny výrobku, které se projeví v dalších fázích vzniku výrobku.

## **Postup provedení konstrukční FMEA :**

- 1) identifikace potenciální možné chyby – bude identifikováno místo vzniku chyby
- 2) analýza jejího možného projevu, důsledku a příčiny – toto bude ohodnoceno číselnou hodnotou v rámci stupnice 1 – 10, kde hodnota 1 znamená málo pravděpodobný výskyt a hodnota 10 znamená nebezpečnou poruchu, kdy je ovlivněna bezpečnost, nebo dojde k porušení zákonných norem
- 3) kvantifikace pomocí míry rizika, priority, kritičnosti – bude přiřazena číselná hodnota dle možného výskytu rizika – hodnota 1 znamená nízký výskyt. Hodnota 10 znamená vysoké riziko výskytu
- 4) stanovení odhalitelnosti - hodnota 1 je přiřazena vadám s vysokou pravděpodobností odhalitelnosti. Hodnota 10 je přiřazena vadám s nulovou odhalitelností během návrhu
- 5) zjištění koeficientu míry rizika  $RP_n$  vynásobením výskytu, významu a zjistitelnosti poruchy. Jako rozhodovací hranice bude použita hodnota 130
- 6) navržení nápravných opatření

<b>Analýza potencionálních vad a jejich příčin</b>											
Název dílu: <b>Zametač SW - Grand</b>				Číslo dílu (zákazník):				Odpovědnost za proces: <b>Miroslav Novák</b>			
Zákazník: <b>TUL-NS-Inovační inženýrství</b>				Výkresové číslo:				Změna FMEA: <b>0</b>			
Projekt: <b>Zametač SW - Grand</b>				Změna výkresu/datum:				Datum zpracování: <b>1.3.2014</b>			
Základní tým:				Datum původní FMEA:							
číslo položky	funkce požadavky	potencionální způsob chyby	potencionální důsledek chyby	S	C	potencionální příčina/mechanismus chyby	O	současné řízení		D	RPn
								prevence	detekce		130
10	Volba materiálu nosných konstrukcí	Nevhodný materiál	Nefunkčnost zařízení-deformace při zatížení	7		Vybraný materiál s nevhodnými mechanickými vlastnostmi	3	Použití kovu	Kontrola mechanických vlastností materiálů	3	63
20	Výběr vhodného tvaru profilů	Nevhodný profil	Nefunkčnost zařízení-deformace při zatížení	7		Vybraný profil s nevhodnými poměry zatížení	3	Návrh vhodných profilů	Výpočet, simulace, materiálový list, zkouška	3	63
30	Splnění požadavků na funkčnost	Vyložení sběrné vany	Nefunkčnost zařízení-omezení funkčnosti při zatížení, vyložení mimo odvozní prostředek	8		Nevhodná konstrukce	4	Návrh konstrukce	Simulace	2	64
		Vyklápění sběrné vany	Omezení vyprázdnění	8		Malý rozsah vyklápění	4	Návrh konstrukce	Simulace	2	64

Obr. 23: FMEA

Dle zpracované konstrukční FMEA je patrné, že nejvyšší důraz v hodnocení výskytu možné chyby návrhu byl kladen na funkčnost stroje, jeho bezpečnost a splnění zákonných požadavků na provoz. Toto bylo ohodnoceno hodnotami  $RP_n = 64$ . Pro funkčnost a bezpečnost byla následně stanovena nápravná opatření ke snížení těchto hodnot.

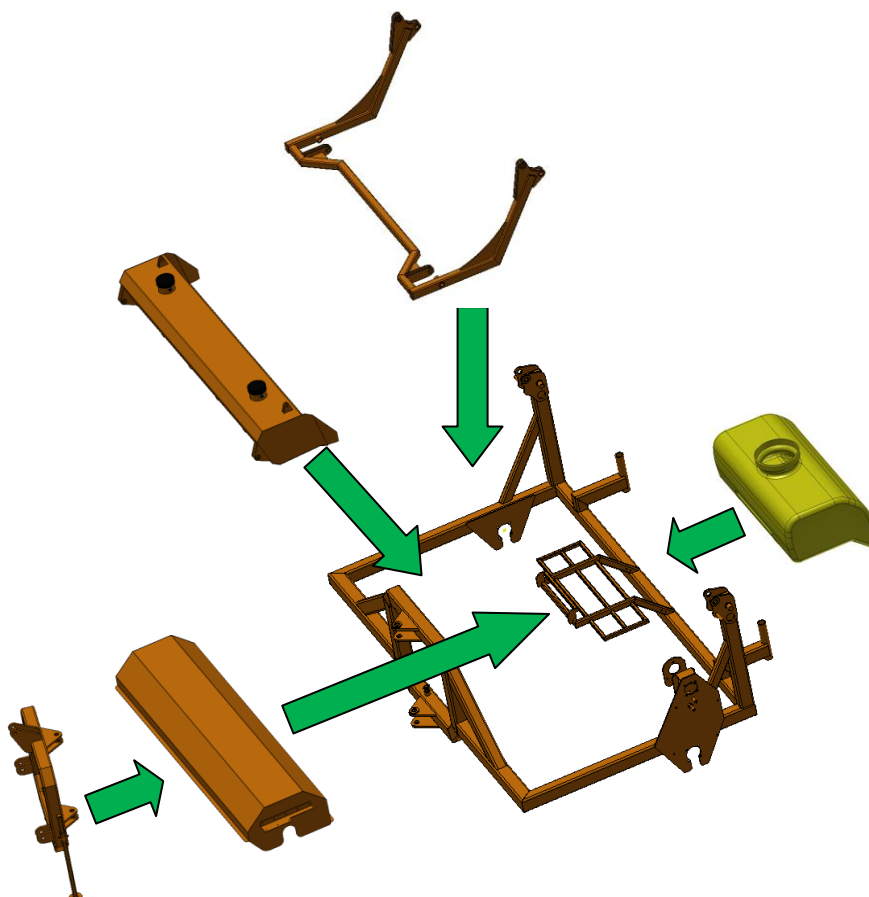
## DFX

Při konstrukci zametače bylo přihlášeno k zásadám metod „Design for X“, kde X označuje stav výrobku v jeho životním cyklu. Metody DFX popisují vztah navrhovaných celků s ohledem na komplexitu, jednoduchost a rychlost výroby, montáže, údržby, atd. Cílem metod DFX je vytvoření efektivního modelu výrobku, představující kontinuální proces vzniku, užívání a likvidace výrobku.

Pro zametač – jeho výrobu, smontovatelnou následnou údržbu je určující metoda DFM (design for manufacturing) a DFA (design for Assembly).

Snahou při implementaci metody DFM bylo použití standardních materiálů (ocelové profily, plechy), standardních nakupovaných materiálů (zametací kartáče) a využití stávajících výrobních technologií

Dle metody DFA (Obr.24) bude konstrukce zametače rozdělena do funkčních celků, kdy během výroby bude nejdříve provedena předmontáž těchto jednotlivých dílů a poté celkové sestavení stroje. Toto bylo nejvíce uplatněno při konstrukci hlavního rámu stroje a zakrytí zametacího kartáče.



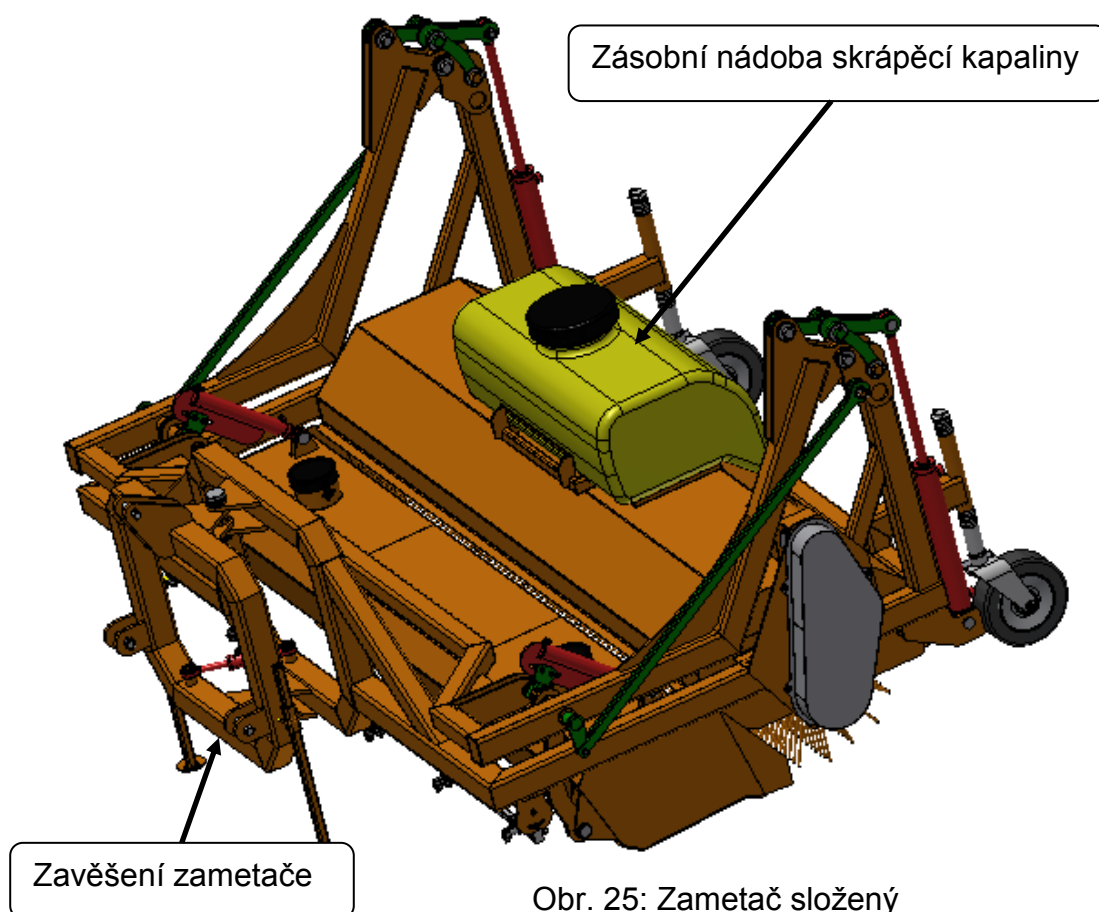
Obr. 24: DFA

## Konstrukce stroje

Konstrukce stroje proběhla na základě zadání práce. Výsledkem je kompaktní zařízení, které svou funkcí odpovídá účelu použití.

Konstrukční řešení (Obr. 25) je navrženo jako celek sestávající se z několika částí:

- zavěšení zametače
- nosný rám zametače
- sběrná vana
- zavěšení sběrné vany – vyklápěcí rameno
- zametací kartáč
- zakrytí kartáče
- zásobní nádoba skrápěcí kapaliny
- skrápění

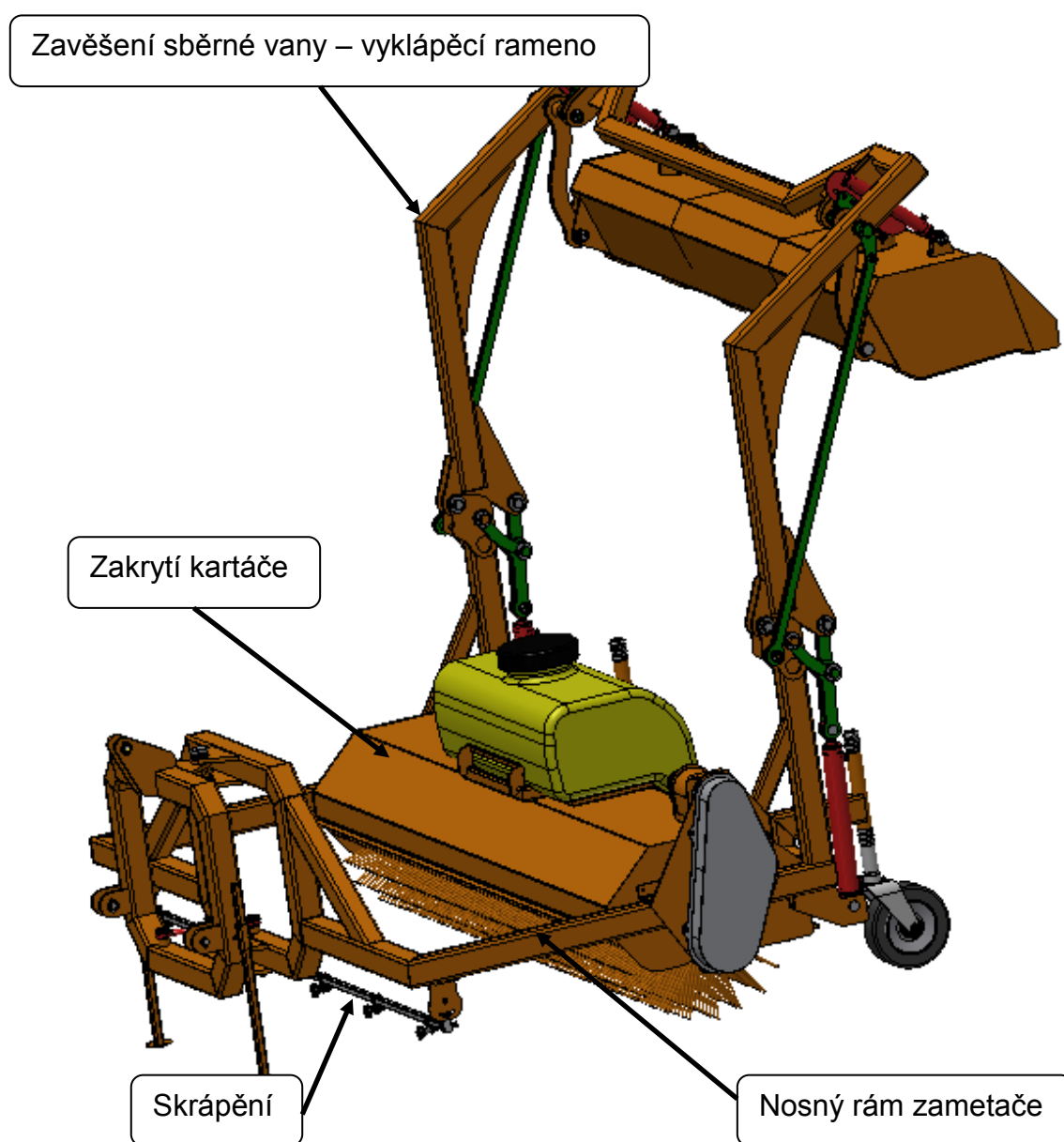


Obr. 25: Zametač složený

Konstrukce stroje odpovídá požadavkům vyhlášky MDS č. 341/2002 sb., kde je stanovena maximální šířka pracovního stroje 3 metry.

Na základě připomínek a požadavků stávajících i potenciálních zákazníků a požadavku na zvýšení užitné hodnoty stroje byla konstrukce stroje vybavena novým zavěšením sběrné vany pomocí vyklápěcího ramena (Obr.26). Toto rameno umožňuje vyložení sběrné vany mimo zametač – do jeho zadní části, tak aby mohl být obsah vany vyprázdněn do odvozního prostředku, aniž by bylo nutné zametač zvednout za pomoci hydraulického systému traktoru.

Tímto je také zabezpečena stabilita stroje při vykládce. Jako podklad pro konstrukci vyložení sběrné vany sloužili údaje o rozměrech traktorových vleků BSS8 a BSS10 (uvažovány jako odvozní prostředek) vyráběných firmou WTC Písečná. Celková výška s postranicemi je u těchto vleků 1,84 metru.



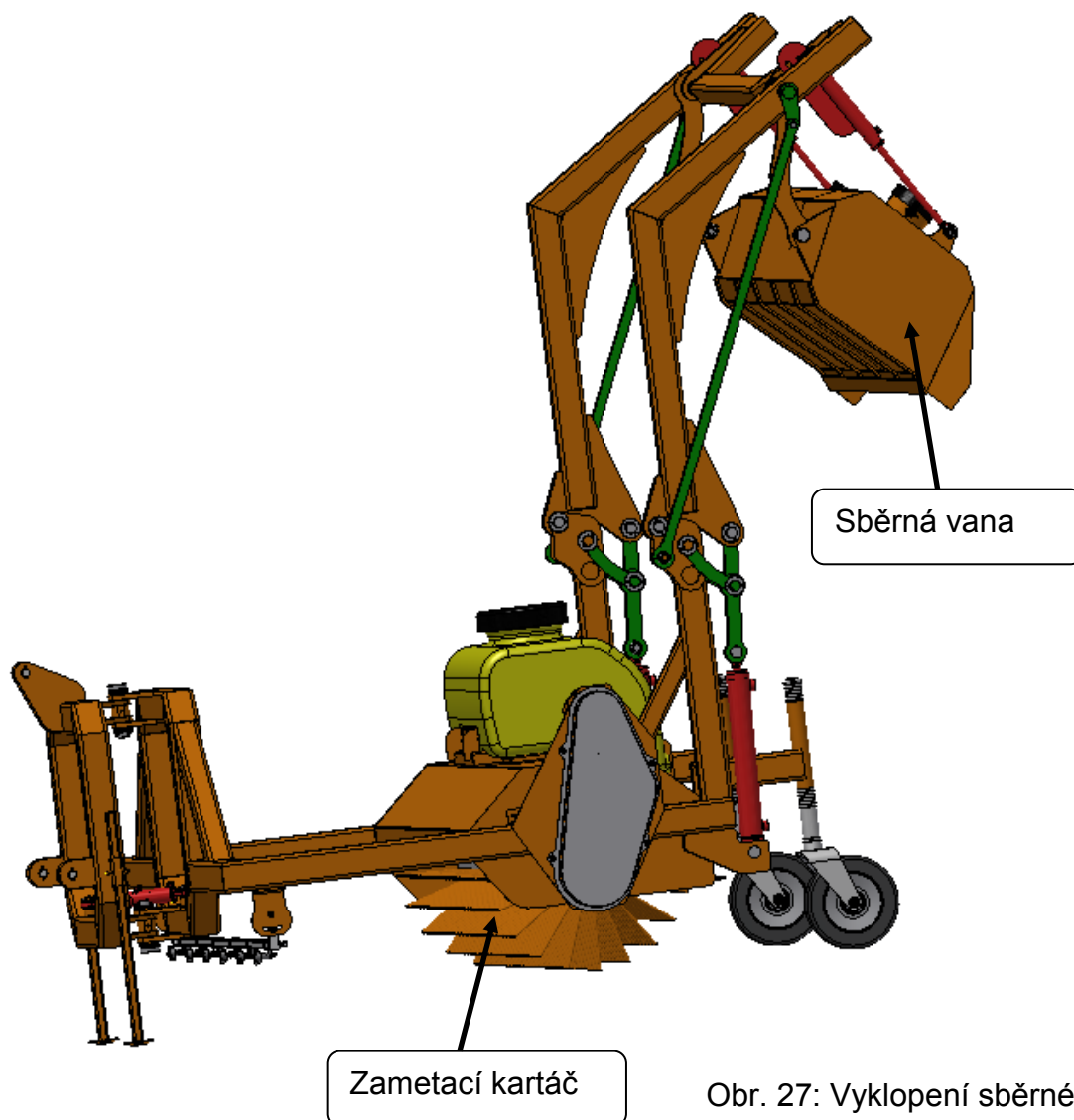
Obr. 26: Zametač vyložený

Pohyb vyklápěcího ramena zajišťují dva přímočaré hydromotory. Zajištění konstantní polohy sběrné vany v době vykládání mimo zametač je pomocí mechanického táhla.

Vyklopení sběrné vany do odvozního prostředku je v rozsahu  $0 - 45^\circ$  (Obr. 27), čímž je zajištěno vyprázdnění sebraných sypkých materiálů. Vyklopení sběrné vany taktéž zajišťují dva přímočaré hydromotory.

Konstrukce zavěšení zametače dovoluje nastavit otočení stroje v rozsahu  $\pm 15^\circ$ , což umožní odklizení nečistot mimo zametač v případě, že nejsou sbírány do sběrné vany.

Pracovní záběr stroje je 2,7 metru a je dán šíří zametacího kartáče. Otáčení kartáče zajišťuje rotační hydromotor. Výkon je na kartáč přenášen řetězovým převodem.

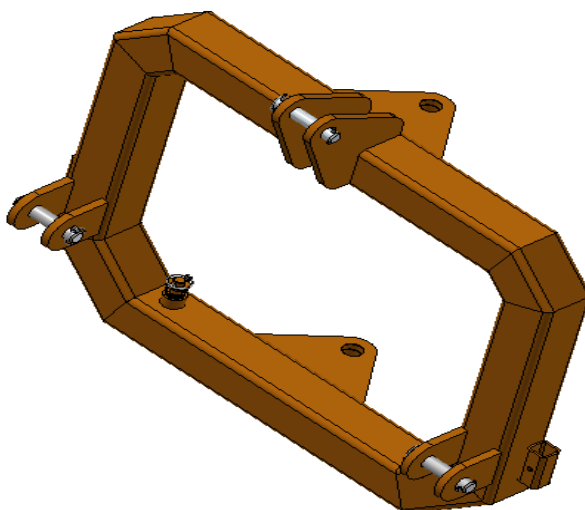


Obr. 27: Vyklopení sběrné vany

## **Zavěšení zametače**

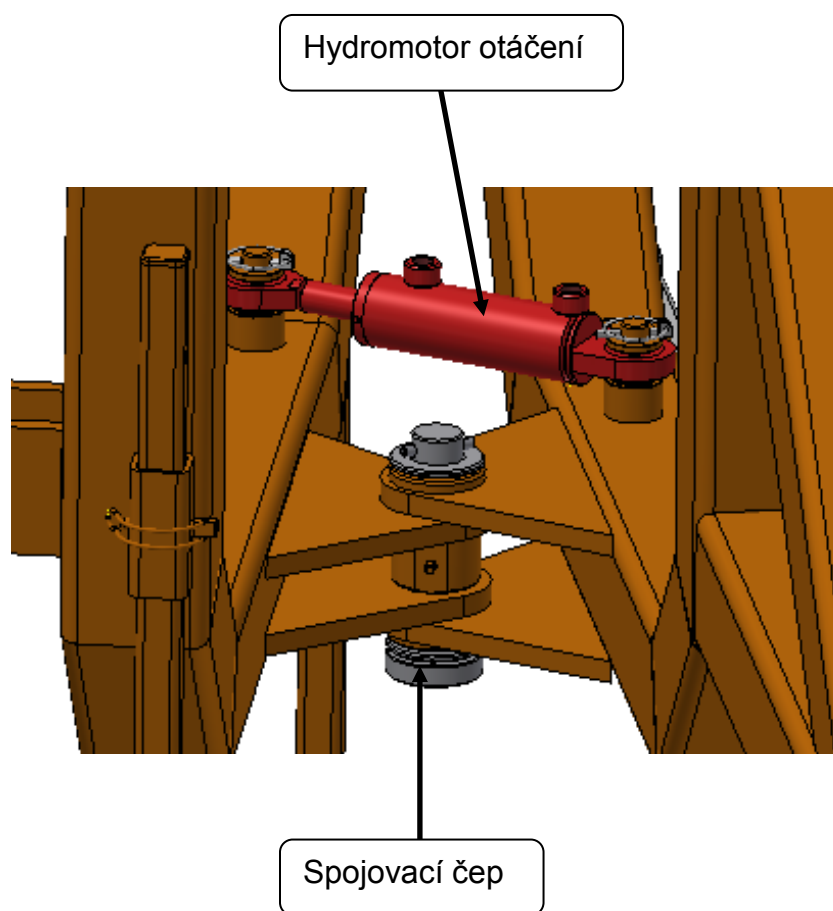
Zavěšení zametače je provedeno rámovou konstrukcí. Rám je navržen z profilového ocelového materiálu S235JRH - Jäckl 100 x 100 x 6 mm odpovídajícího normě ČSN EN 10219-1.

Jedná se o svařovanou konstrukci – rámu, předních držáků na zavěšení na ZTZ traktoru a zadních držáků (Obr.28). Rozmístění předních držáků odpovídá standardním závěsům kategorie II. V držácích jsou umístěny čepy pro připojení ramen a tzv. třetího bodu závěsu. Zadní držáky slouží k upevnění hlavního rámu zametače. Jedná se o čtyři ocelové desky vždy v páru spojené distancí s otvorem pro spojovací čep. Tento způsob zavěšení byl navržen na základě požadavku snížení poškození zavěšení při manipulaci se strojem a zvýšení životnosti stroje. K mazání čepu slouží maznice, která je součástí spojovací distance.



Obr. 28: Zavěšení zametače

Tvar a rozmístění čepů odpovídá požadavku na otočení stroje v případě odklizení nečistot mimo stroj (Obr. 29). Otáčení stroje je prováděno přímočarým hydromotorem, který umožňuje plynulé přestavení pracovní pozice. Uchycení hydromotoru je provedeno jak na rámu zavěšení, tak na hlavním rámu stroje pomocí čepů, které jsou umístěny v dolní části konstrukce. Zajištění spojovacích ok hydromotoru je provedeno pomocí pojistných kolíků. Na bocích konstrukce jsou přivařeny držáky opěrných nohou, které slouží jako podpora zametače při odstavení.



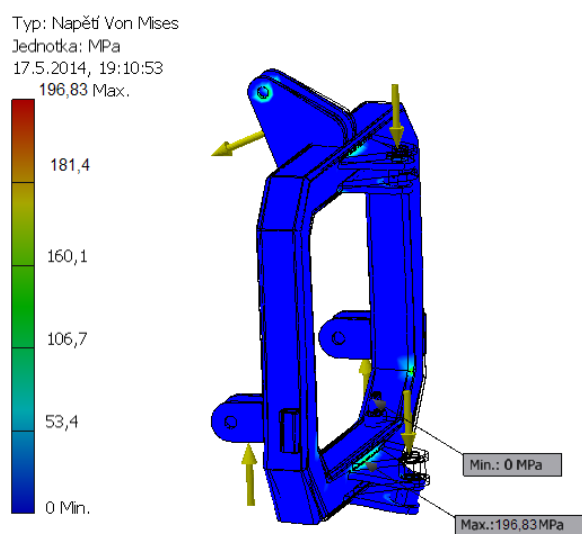
Obr. 29: Uložení hydromotoru

- Pro kontrolu konstrukce zavěšení zametače a simulace statického zatížení byla provedena za pomoci konstrukčního programu provedena pevnostní analýza. Rám byl zatížen silami v upevňovacích bodech. Dle požadavku zadání by měl rám splňovat podmínku nosnosti 3 tuny. Pro kontrolu a simulaci byl použit dohodnutý koeficient nosnosti 1,25. Síly použité pro test tedy odpovídají celkové nosnosti 4 tuny.
- Pro potřeby simulace byla konstrukce rámu zavěšení upravena do náhradního modelu bez technologických mezer pro svařování.
- Výstupem pevnostní analýzy zavěšení je protokol zpracovaný ve formě zprávy ( viz. příloha č. 3 ).



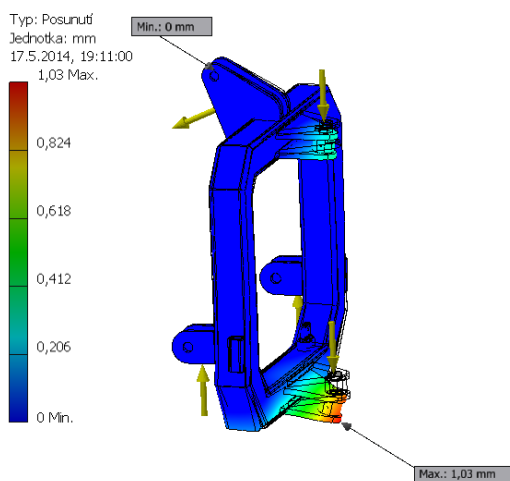
Pro krátké představení výsledků kontroly dílu po provedení analýzy uvádím dva zkoumané parametry:

- metoda hodnot výpočtu napětí – teorie von Mises (Obr. 30), která představuje hodnoty maximálních redukovaných napětí. Dle výsledku analýzy je největší napětí v místě dolního uložení hlavního rámu stroje a v bočních spojeních konstrukce rámu zavěšení. Toto napětí však nepřesahuje udávané povolené hodnoty pro použitý materiál konstrukce.



Obr. 30: von Mises

- posunutí - výsledkem simulace je znázornění a přetvoření rámu zavěšení na základě stanoveného zatížení (Obr. 31). Taktéž dle této kontroly je největší posunutí 1,03 mm v místech dolního uložení hlavního rámu zametače, což odpovídá charakteru konstrukce stroje.



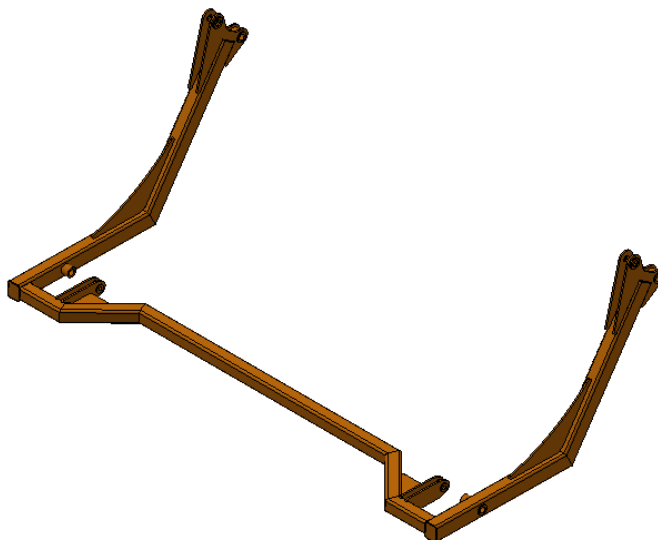
Obr. 31: Posunutí

Dle těchto výsledků je třeba brát ohled na provedení spojení jednotlivých dílů konstrukce, kdy je nutné toto provést s maximální pečlivostí a přesností. Pro kontrolu provedení svarových spojů doporučuji provést kontrolu provedení těchto spojů.

## **Zavěšení sběrné vany**

Zavěšení zametače je provedeno rámovou konstrukcí. Rám je navržen z profilového ocelového materiálu S235JRH - Jäckl 100 x 80 x 6 mm odpovídající normě ČSN EN 10219-1.

Jedná se o svařovanou konstrukci – nosného rámu, uchycení na základní rám zametače a uložení sběrné vany.

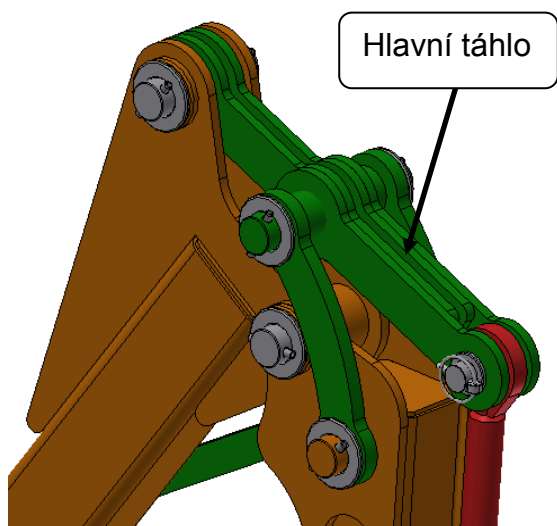


Obr. 32: Rameno

Konstrukce v podobě vyklápěcího ramena (Obr. 32) umožňuje vyložení sběrné vany mimo základní rám zametače tak, aby bylo umožněno její vyprázdnění do přepravního prostředku. Dále pak rameno umožňuje plynulé nastavení výšky sběrné vany v závislosti na vysunutí přímočarých hydromotorů. Použití lomené konstrukce zajišťuje zvýšené vyložení sběrné vany mimo zametač při zachování malé celkové délky stroje, a tím i zachování stability stroje.

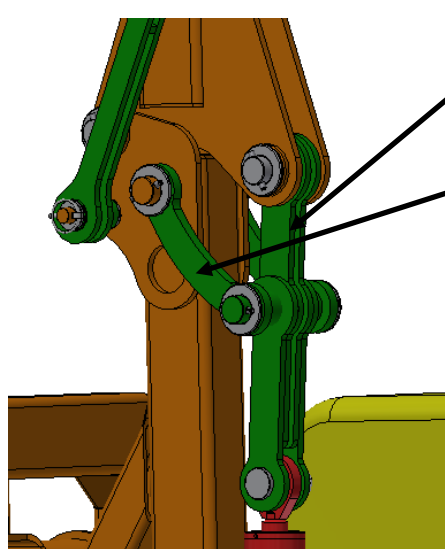
Při konstrukci bylo použito vyztužení bočních ramen v místě spojení základních profilů pro zabezpečení únosnosti konstrukce, Uložení sběrné vany je provedeno pomocí čepů, které jsou do vyklápěcího ramena uloženy pomocí kluzných

pouzder. Součástí pouzder jsou také maznice sloužící pro uložení mazacího tuku. Taktéž pro uložení ramena na základní rám zametače je použito kluzných pouzder. V místech uložení výložného mechanismu je provedeno zesílení.



Obr. 33: Táhlový mechanismus

Pohyb vyklápěcího ramena mimo rám zametače je zajištěn pomocí táhlového mechanismu (Obr. 33). Ten je na každé straně ramena napojen na přímočarý hydromotor. Mechanismus je tvořen hlavním táhlem a dvěma podpůrnými táhly, které zajišťují pohyb hlavního táhla mimo nosnou konstrukci.



Obr. 34: Vyložené rameno

Táhlo ovládání polohy sběrné vany

Podpůrné táhlo

Při zcela vyloženém vyklápěcím ramenu (Obr.34) je ovládací přímočarý hydromotor v zcela zasunutém stavu. Hlavní táhlo je ve svislém stavu. Celkový úhel pohybu vyklápěcího ramena je v rozsahu



Uložení hydromotoru vyklápění

Obr. 35: Uložení vany

Uložení ramen sběrné vany a vyklápěcích hydromotorů (obr. 35) je ve vyklápěcím ramenu pomocí nosných čepů. Vyklápěcí hydromotory jsou na nosných čepech uloženy volně, čímž je zajištěno natočení hydromotoru během vyklápění sběrné vany.

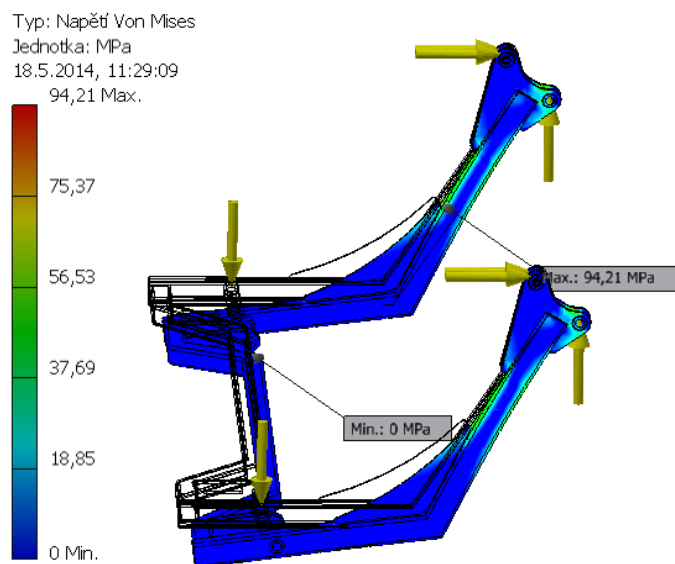
Pro kontrolu konstrukce vyklápěcího ramena a simulace statického zatížení byla provedena, stejně jako v případě zavěšení zametače, pevnostní analýza. Rám ramena byl zatížen silami v místech upevnění na nosný rám, ovládací mechanismus a v místě zavěšení sběrné vany. Dle požadavku zadání by mělo vyklápěcí rameno splňovat podmínku nosnosti 2,5 tuny, což představuje dvojnásobek hmotnosti plně naložené vany materiálem o měrné hmotnosti cca.  $2600\text{kg/m}^3$ .

Výstupem pevnostní analýzy zavěšení je protokol zpracovaný ve formě zprávy (viz. příloha č. 4 ).

Pro krátké představení výsledků kontroly dílu po provedení analýzy uvádím dva zkoumané parametry:

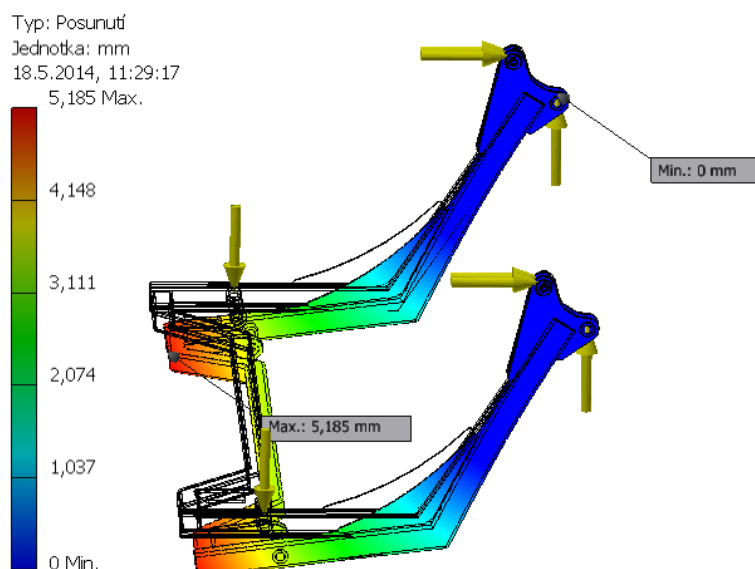
- metoda hodnot výpočtu napětí – teorie von Mises (Obr. 36), která představuje hodnoty maximálních redukovaných napětí. Dle výsledku analýzy je největší napětí v místě spojení svislého profilu s výztuhou.

Toto napětí však nepřesahuje udávané povolené hodnoty pro použitý materiál konstrukce.



Obr. 36: von Mises

- posunutí - výsledkem simulace je znázornění a přetvoření rámu zavěšení na základě stanoveného zatížení (Obr. 37). Taktéž dle této kontroly je největší posunutí 1,03 mm v místech dolního uložení hlavního rámu zametače, což odpovídá charakteru konstrukce stroje.

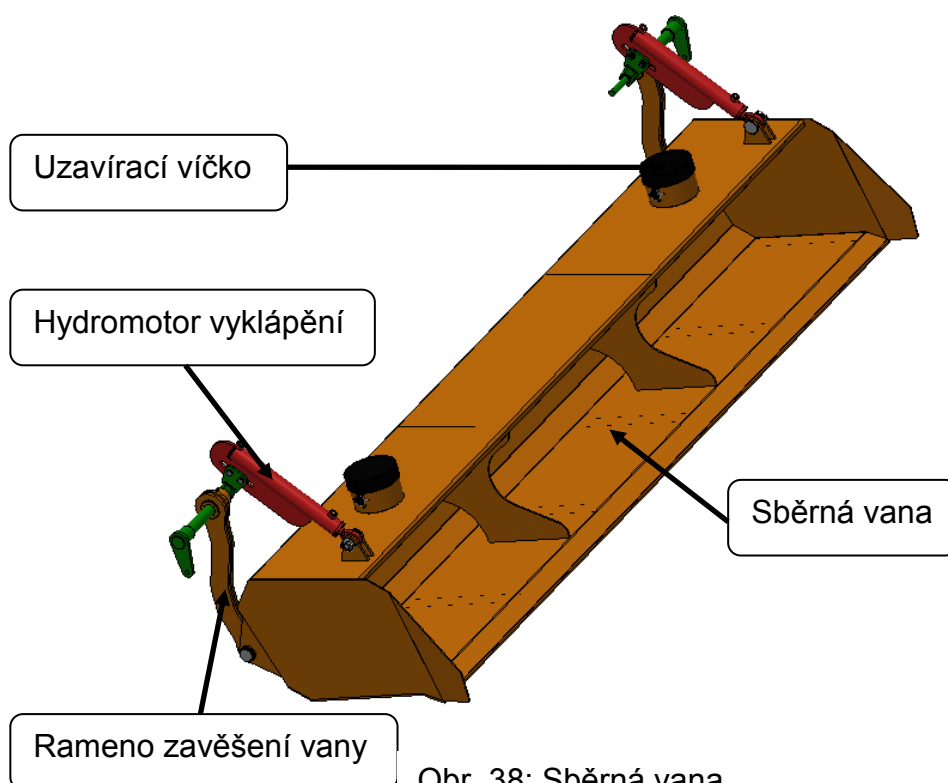


Obr. 37: Posunutí

## **Sběrná vana**

Sběrná vana (Obr.38) je jednou z hlavních částí zametače. Jedná se o svařovanou plechovou konstrukci – plášť vany, bočnic, vnitřních přepážek a plazů. Provedení je z materiálu S235J2 – tl. 4 mm odpovídajícího normě ČSN EN 10051.

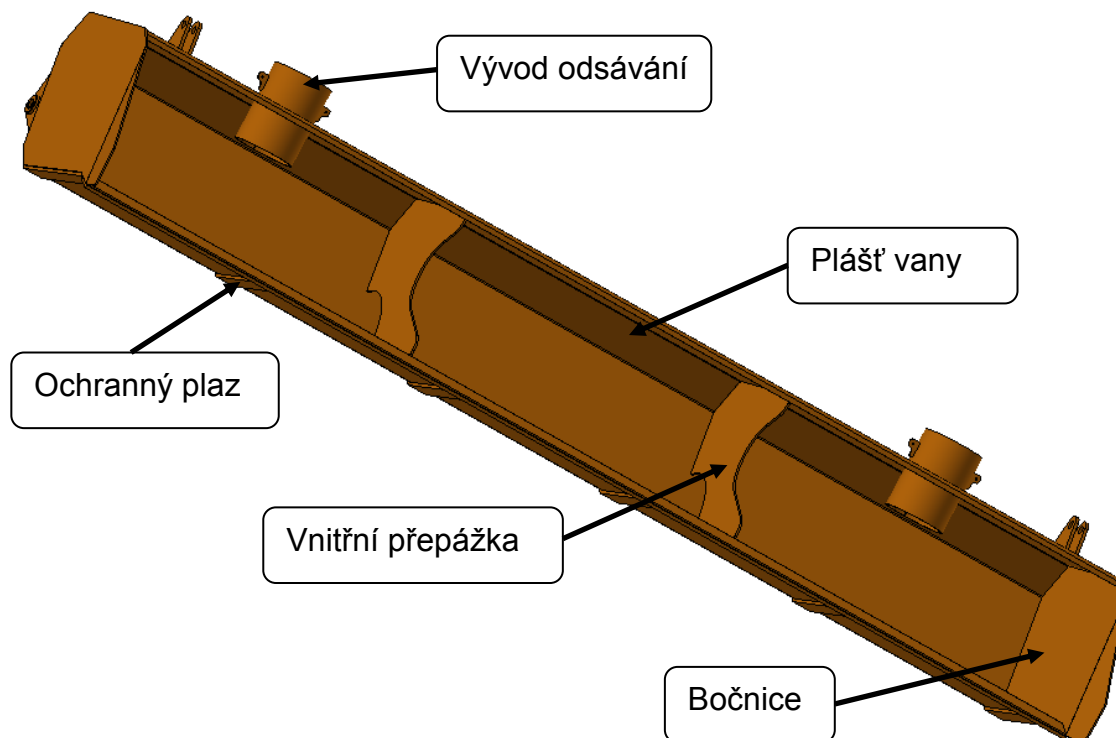
Samotná sběrná vana tvoří celek s rameny a hydromotory vyklápění.



Obr. 38: Sběrná vana

Celkový objem navržené sběrné vany je  $0,47 \text{ m}^3$ . Celkový předpokládaný využitelný objem je cca  $0,35 \text{ m}^3$  při sběru materiálu se sypným úhlem do  $60^\circ$ .

Součástí sběrné vany jsou dva uzavíratelné vývody pro připojení hadic odsávání. Taktéž jsou tvarovány vnitřní přepážky vany pro případné připojení vnitřního odsávacího modulu. Bočnice vany mají ohnuté náběžné hrany, které slouží k zachycení odhazovaného materiálu na koncích zametacího kartáče. Zadní stěna vany je navržena v tupém úhlu proti dnu pro zvýšení účinnosti plnění a k zamezení zpětného vylétávání sebraného materiálu. Dno vany je navrženo tak, aby případné kapalně nebo kašovitě nečistoty zůstávaly ve vaně. Na spodní straně vany jsou připevněny ochranné plazy, které zabraňují poškození a otěru dna. Součástí svařence vany jsou upevňovací místa pro přichycení vany k ramenům a k hydromotorům vyklápění (Obr.39).

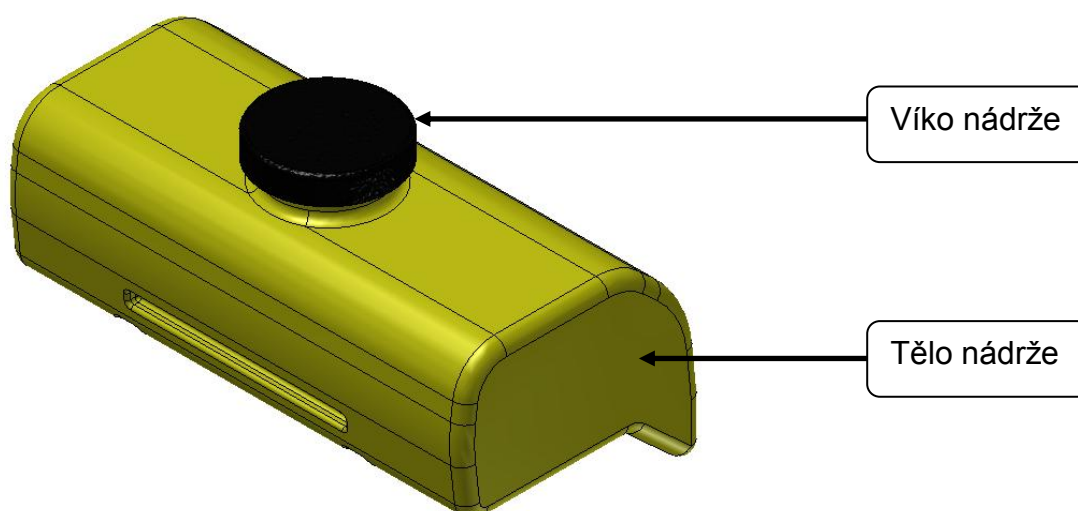


Obr. 39: Díly vany

## Zásobní nádoba skrápění

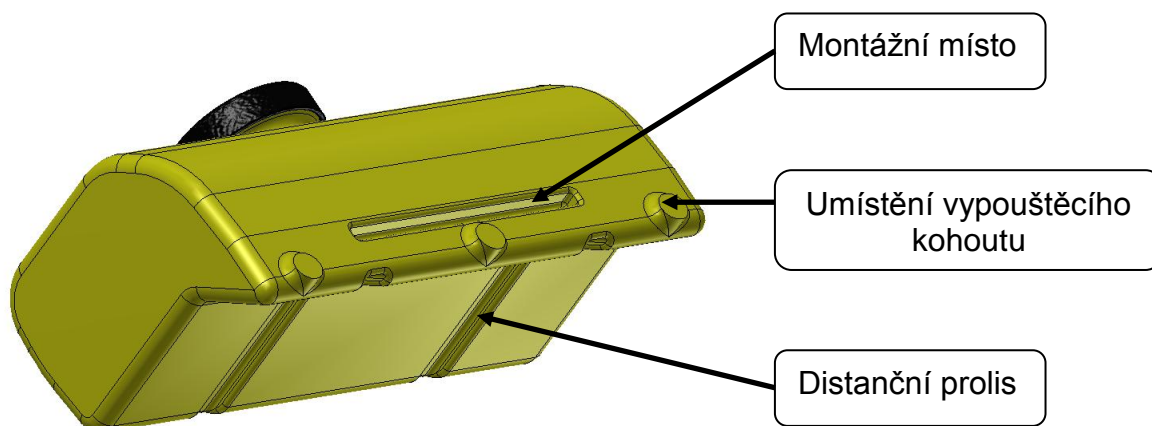
Pro uložení skrápěcí kapaliny byla navržena nádrž obdélníkového průřezu (Obr. 40) ve tvaru kvádrů. Celkový využitelný objem nádrže je 230 litrů. Skrápěcí kapalinou je voda. Doporučeným materiálem nádrže je polypropylén. Konstrukce a tvar je navržen s ohledem na výrobu – odformování. Jsou navrženy technologie výroby nádrže je rotační tváření plastů.

Součástí nádrže je uzavírací víko, těsnění víka a vnitřní síto nečistot.



Obr. 40: Nádrž

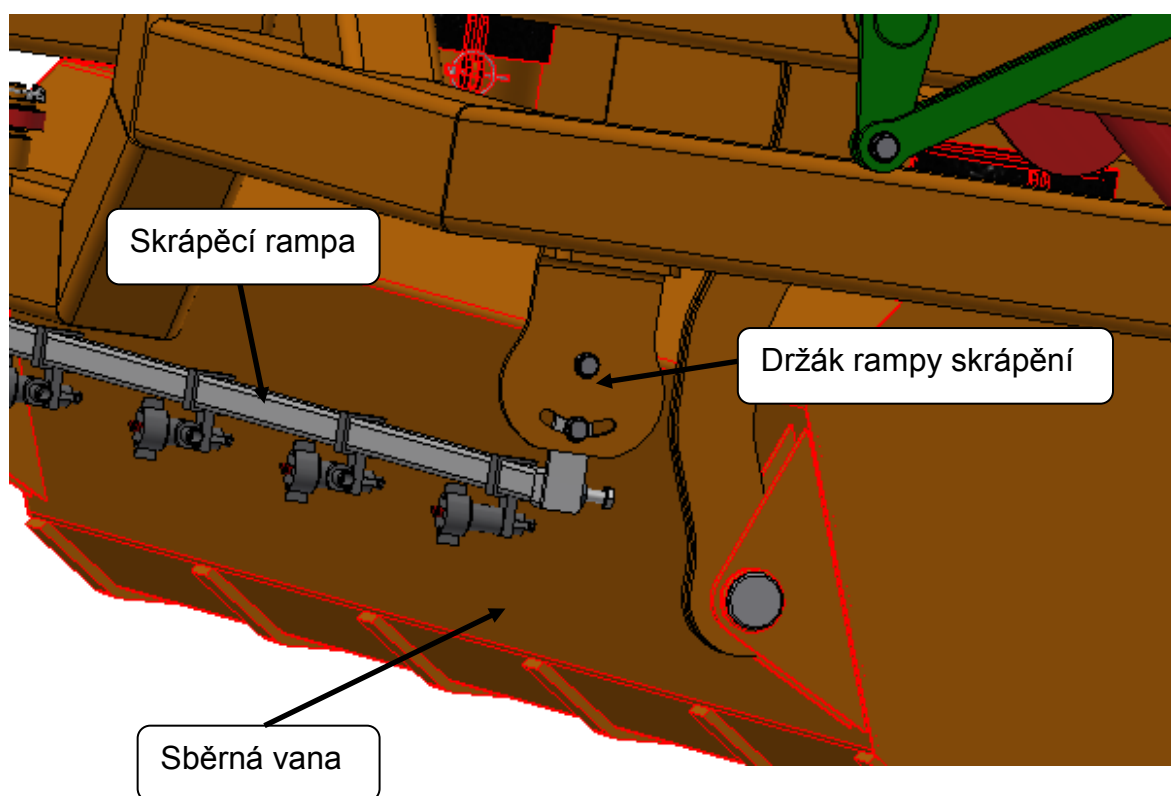
V zadní části nádrže (Obr. 41) jsou navržena tři možná místa upevnění vypouštěcích kohoutů tak, aby byla možnost umístit kohout i při montáži na jiný typ zametače. Montáž nádrže probíhá pouze uložení na základní rám a usazením zadního držáku. Ve spodní části nádrže jsou navrženy distanční prolisy.



Obr. 41: Nádrž

## Úprava skrápění

Úprava skrápění (Obr. 42) spočívá v přemístění skrápěcí rampy do místa s adresnější aplikací skrápěcí kapaliny. Novým umístěním bude eliminováno ovlivnění skrápěcí clony povětrnostními podmínkami. Nově by nemělo docházet k rozstříku kapaliny na sběrnou vanu. Použitím trysek s plochou charakteristikou rozstříku (Obr. 43) je dosaženo rovnoměrnější zvlhčení povrchu, a tím je zlepšeno odklizení nečistot. Nastavení skrápěcí clony je možno v úhlu  $\pm 15^\circ$  (Obr. 44).

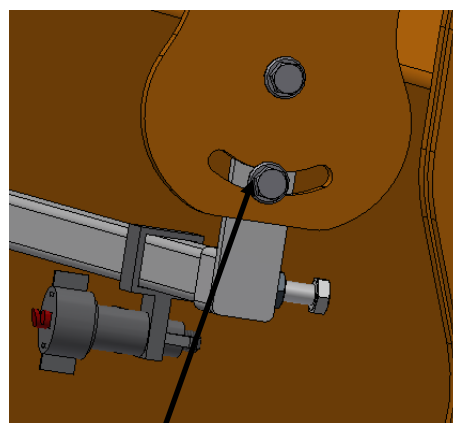


Obr. 42: Skrápění



Obr. 43: Tryska

[http://www.unimarco.cz/wcd/prospekty/hardi/katalog\\_trysek\\_2014\\_cz.pdf](http://www.unimarco.cz/wcd/prospekty/hardi/katalog_trysek_2014_cz.pdf)



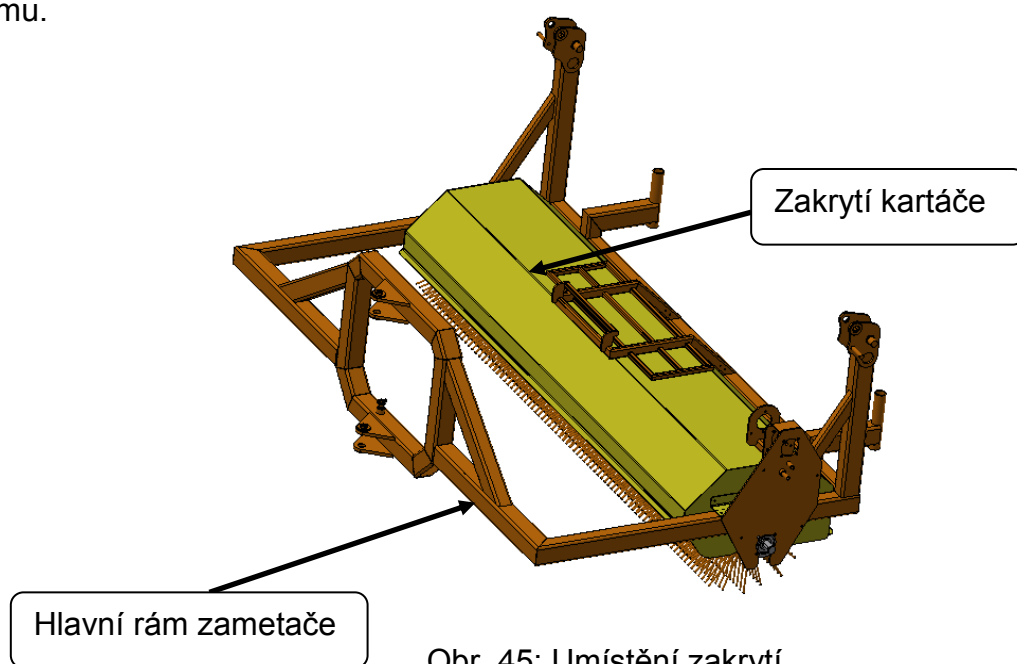
Aretační místo

Obr. 44: Aretace

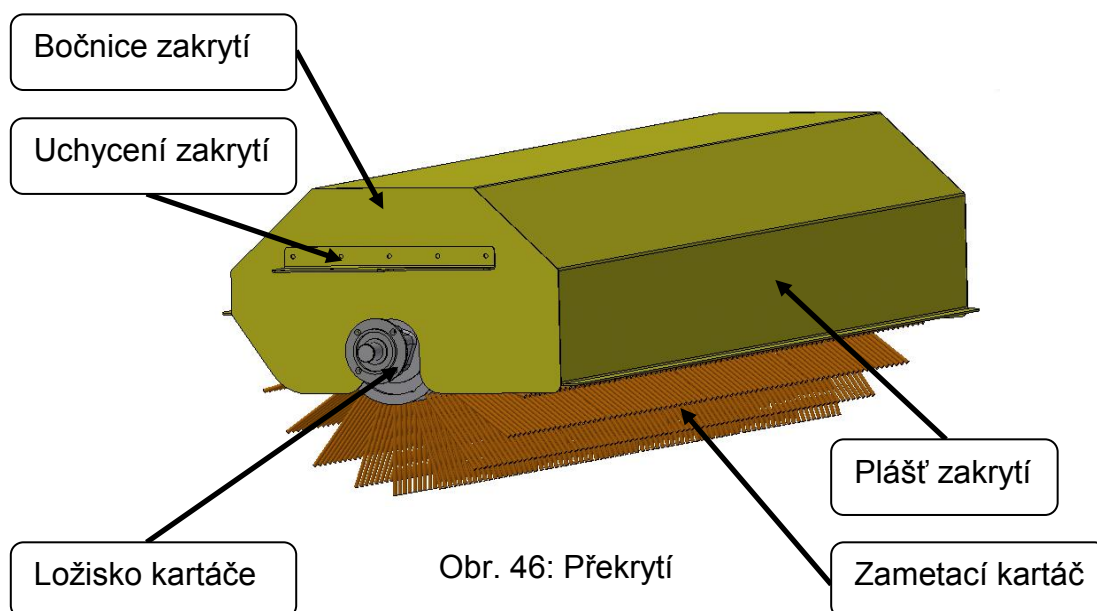


## Doplnění zakrytí

Jedná se o svařovanou plechovou konstrukci – plášť zakrytí, bočnic a uchycení. Provedení je z materiálu S235J2 – tl. 4 mm odpovídajícího normě ČSN EN 10051. Zakrytí je samostatným celkem patřícím k hlavnímu rámu. Konstrukce (Obr.45) je provedena tak, aby bylo možno zakrytí montovat po sestavení hlavního rámu.



Plocha zakrytí překrývá horní polovinu zametacího kartáče (Obr. 47). Nově je doplněno zakrytí i v zadní části tak, aby bylo omezeno odlétávání materiálu mimo zametač. Bočnice jsou navrženy tak, aby byla ochráněna úložná ložiska osy kartáče.



## 6. Ekonomické zhodnocení

Vzhledem k nové konstrukci a požadavku na zvýšení užité hodnoty stroje přidáním funkce vyprázdnění sběrné vany do odvozního prostředku bylo při zahájení projektu počítáno

s navýšením materiálových nákladů. Taktéž bylo počítáno s navýšením pracnosti výroby stroje a s investicí do formy pro výrobu nové nádoby skrápění. Dle předpokladů prodeje a znalostí trhu bylo stanoveno maximální navýšení výrobních nákladů o 30 000 Kč.

Během konstrukce stroje byly postupně vyčíslovány nové náklady (Tabulka č. 5), které budou promítnuty do ceny stroje.

Tabulka č.5 : Vyčíslení nových nákladů

Název celku	Díl	Cena materiálu	Náklady na výrobu
Zavěšení zametače	Rám kompletní	1200	2000
Hlavní rám stroje	Zavěšení rámu	1650	3800
	Hlavní rám	3500	
Zavěšení sběrné vany	Vyklápěcí rameno	2800	3000
Soustava vyklápění	Hydraulické díly	5800	1500
	Mechanické díly	2450	
Sběrná vana	Hydraulické díly	1800	
Nádoba skrápění	Nástroj/300ks		350
Náklady na materiál/výrobu		19 200 Kč	10 650 Kč
Celkové navýšení ceny			29 850 Kč

Dle výsledku vyhodnocení je nové navýšení nákladů na výrobu stroje 29850Kč, což odpovídá předpokládaným nákladům.

Dalším faktorem ovlivňujícím užitou hodnotu stroje jsou náklady na provoz stroje (Tabulka č. 6) . Tyto náklady budou vyčísleny z dostupných informací o provozních hodinách, ceně stroje, nákladech na mzdu obsluhy a fixních nákladů na provoz.

Při používání současného výrobku je nutné zajistit také další návaznou operaci, kterou je naložení odklízeného materiálu do odvozního prostředku. Ve většině případů, kdy je materiál průběžně v době práce ukládán cca průběhu 2 hodin na jedno místo, je doba potřebná pro naložení denního odklízeného množství

materiálu cca. 1 hodina. Celkové náklady na toto naložení jsou cca. 600 Kč ( 450 Kč sazba čelního nakladače + 150 Kč sazba pomocného pracovníka ).

Pro výpočet ročních provozních nákladů budeme uvažovat dobu používání 40 dní v roce s provozní dobou 8 hodin / den, dále používání stroje po dobu 6-ti let s hodnotou ročních nákladů na amortizaci ve výši 13%.

Tabulka č. 6 : Vyčíslení nákladů na provoz

Vstupní parametry	Zn.	Hodnota	
Cena stroje ( Kč )	Cs	290000	
Roční využití (měr. j./rok )	rWs	1280000	
Hodinová výkonnost ( měr. j./hod )	hWs	4000	
Doba používání (rok )	Tos	6	
Sazba za garážování ( Kč/m/rok )	rNm2s	300	
Garážovací plocha ( m2 )	Ss.Ds	8,75	
Koef. nákladů na údržbu ( 1 )	kús	0,1	
Počet pracovníků obsluhy ( 1 )	ns	1	
Hodinová mzda ( Kč/hod )	rNms	150	
Sazba zúčtování VK ( % )	zus	3	

Položky nákladů	Zn.	Roční (Kč/rok )	Jednotkové ( Kč/měr.j. )
Amortizace	rNa6	37700	0,0295
Zúčtování VK	rz6	5307	0,0042
Garážování	gr	2625	0,002
Údržba	úr	4833	0,0038
Osobní náklady	jNm	64320	0,05025
Variabilní náklady		45 632 Kč	0,036 Kč
Fixní náklady		69 153 Kč	0,054 Kč
Náklady celkem		114 785 Kč	0,090 Kč

Podle výsledku výpočtů jsou celkové roční náklady na provoz stroje 114 785 Kč. Roční provozní náklady současného typu zametače jsou 109 836 Kč, k čemuž je nutné přičíst také náklady na naložení odklizeného materiálu ve výši 24 000 Kč, což celkově představuje 133 836 Kč.

Z uvedených hodnot je tedy zřejmé, že i při vyšších pořizovacích nákladech nového inovovaného výrobku je roční úspora na provozu 19 051 Kč.

## **7. Závěrečné zhodnocení**

V této kapitole bych rád zhodnotil návrh inovace výrobku Zametač SW – Grand a svoje poznatky k vypracované práci .

V úvodní kapitole práce popisují výrobní program firmy Agrometall – její výrobky a činnost. Seznámení s firmou bylo velice zajímavé, jelikož jsem měl možnost navštívit výrobní prostory a poznat výrobní prostředky.

Dále byly stanoveny cíle pro inovovaný výrobek, tak aby byly zhodnoceny poznatky s používáním současného výrobku a požadavky stávajících a potenciálních nových zákazníků. Zvláště výzvou byl požadavek na vyložení sebraných nečistot do odvozního prostředku. Toto se stalo hlavním úkolem konstruktérské práce, jelikož muselo dojít k zásadní změně konstrukce budoucího stroje. Zároveň byla vypracována analýza současného stavu jako podklad možné inovace stávajícího řešení. Dále byl naplánován harmonogram projektu a provedl jsem průzkum potenciálních řešení jednotlivých cílů projektu. Pro toto jsem se zaměřil na oblast zemědělské techniky a stavebních strojů. Z řešení některých současných konstrukcí jsem také vycházel ( vyklápěcí ramena dopravníku betonu, řízení čelního kloubového nakladače ).

Dle těchto informací jsem navrhl možné varianty řešení zadání, provedl jejich popis, zhodnocení a následný výběr nejvhodnějšího řešení zadaného úkolu. Dle tohoto hodnocení nebyla nejvhodnější varianta č. 5 – stroj s vyklápěcími rameny. Tato varianta byla také následně zpracována do formy 3D modelu a výkresů základních sestav nového inovovaného zařízení.

V průběhu konstrukce bylo dbáno na důkladné zhodnocení potenciálních vad a jejich příčin (FMEA produktu) a dodržování základních pravidel metod DFX – zvláště pak metody Design for manufacturing a Design for assembly.

Dodržování cílů zadání bylo průběžně kontrolováno a hodnoceno v průběhu konstrukce zařízení. Při tomto hodnocení bylo stanoveno, že požadavky zadání byly splněny. Zvláště pak požadavek na únosnost vyložení sběrné vany 2,5 tuny měl jeden ze zásadních vlivů na konstrukci zařízení a použití hydraulických dílů. Požadavek na zakrytí kartáče byl splněn pouze částečně, když bylo upuštěno od nastavení výšky při opotřebením kartáče z důvodu náročnosti řešení. Zametací kartáč je tedy zakryt částečně pouze k ose zavěšení.

Novou inovovanou konstrukcí stroje by bylo možné dosáhnout i při vyšší pořizovací ceně roční nákladové úspory ve výši 19051 Kč, což v průběhu plánované životnosti zařízení 6 let spoří 84306 Kč.

Na základě této práce vznikl inovovaný výrobek s těmito parametry (Tabulka č. 7):

Tabulka č. 7 : Parametry inovovaného stroje

<b>Parametry inovovaného stroje Zametač SW - Grand</b>	
Šířka v přepravní poloze	3 m
Délka v přepravní poloze	2,67 m
Výška v přepravní poloze	1,66 m
Délka ve vyloženém stavu	3,29 m
Výška ve vyloženém stavu	3 m
Výška sběrné vany ve vyloženém stavu	2,16 m
Pohotovostní hmotnost stroje	1180 kg
Užitečná hmotnost	1500 kg
Celková hmotnost	2730 kg
Požadovaný výkon	100 kW
Přepravní rychlost	20 km/hod
Pracovní rychlost	1,5 - 10 km/hod
Připojení zametače	ZTZ kategorie II
Pracovní záběr stroje	2,7 m
Počet hydraulických okruhů	4
Pohon stroje	Pomocí hydromotoru, 50 - 80 l/min, max. tlak 200 barů
Zásoba skrápěcí kapaliny	230 litrů
Nastavení výšky záběru	Mechanické
Vyložení sběrné vany	Hydraulické
Natáčení stroje	Hydraulické
Max. úhel natočení stroje	+/- 15°
Vyklopení sběrné vany	Hydraulické
Max. úhel vyklopení sběrné vany	45°
Max. objem sběrné vany na nečistoty	0,47 m <sup>3</sup>
Skrápěcí zařízení	6 trysek, pohon elektrickým čerpadlem, = 12V
Průměr kartáče	700 mm
Materiál kartáče	PP nebo PPN/Ocel
Max. výška sněhu	100 mm

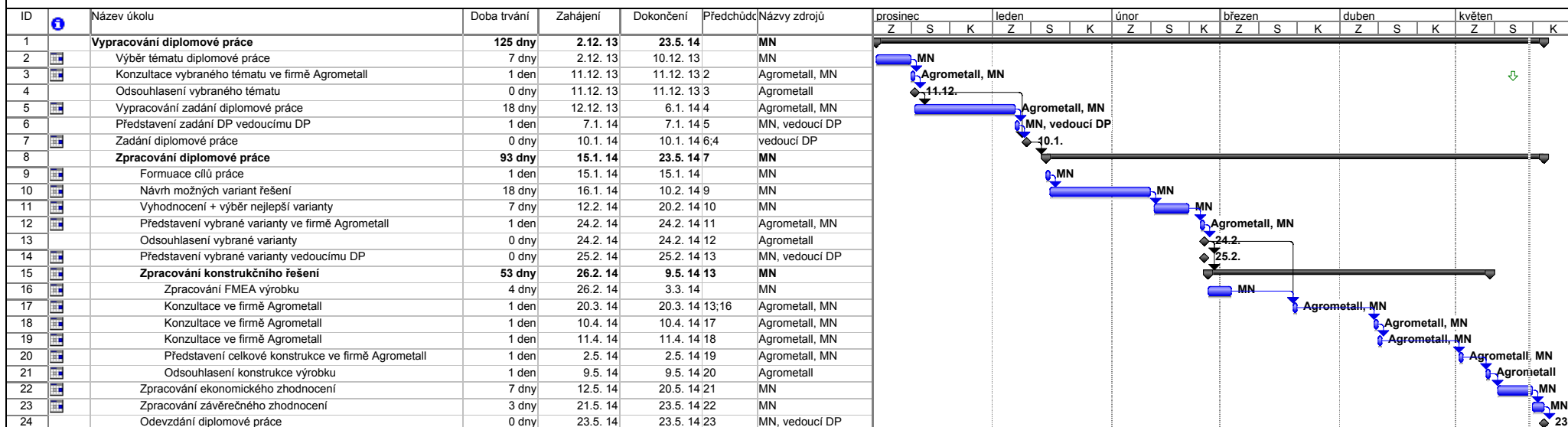
## **Seznam použité literatury**

- BRADSKÝ, Z., JÁČ, V.: Mechanika II, Kinematika. Skripta VŠST Liberec, 1986
- ROH, J., 1989: Hydraulické mechanismy zemědělských strojů. Praha: SZN, 1989, 339 s. ISBN 80-209-0055-1
- KUMHÁLA, F., HEŘMÁNEK, P., MAŠEK, J., KVÍZ, Z., HONZÍK, I., 2007: Zemědělská technika. Praha: Power Print, 2007, 426 s. ISBN 978-80-213-1701-7
- BAUER, F., NOVOTNÝ, A.: Hydraulické systémy zemědělských strojů, Brno: skriptum VŠZ Brno, 1993, 178 s. ISBN: 8071570796
- MAŠÍN, I. *Inovační inženýrství -Plánování a návrh inovovaného výrobku*. 1.vydání. Liberec: TUL, 2012. 168s. ISBN:978-80-7372-852-6
- MAŠÍN, I. JIRMAN, P. *Metody systematické kreativity*. 1.vydání. Liberec: TUL, 2012. 132s. ISBN: 978-80-7372-853-3
- PUSTKA, Z. *Základy konstruování (tvorba výkresové dokumentace)*. 1. vydání. Liberec: TUL, 2009. 218s. ISBN:978-80-7372-456-6.
- PUSTKA, Z. *Základy konstruování (přesnosti na technických výkresech)*. 1. vydání. Liberec: TUL, 2009. 103s. ISBN:978-80-7372-529-7.
- PEŠÍK, L. *Části strojů – stručný přehled 1*. 4. vydání, doplněné. Liberec: TUL, 2010. 226s. ISBN:978-80-7372-573-0.
- PEŠÍK, L. *Části strojů – stručný přehled 2*. 4. vydání, doplněné. Liberec: TUL, 2010. 236s. ISBN:978-80-7372-574-7.

## **Seznam příloh**

1. Příloha č.1: Harmonogram – Zametač SW - Grand
2. Příloha č.2: FMEA-K – Zametač SW - Grand
3. Příloha č.3: Zavěšení – zpráva pevnostní analýzy
4. Příloha č.4: Vyklápěcí rameno – zpráva pevnostní analýzy
5. Příloha č.5: Zametač kompletní – složený – výkres sestavy
6. Příloha č.6: Zametač kompletní – vyložení – výkres sestavy
7. Příloha č.7: Zametač kompletní – vyklopení – výkres sestavy

Miroslav Novák - harmonogram vypracování diplomové práce  
 " Inovace zametače SW - Grand "



Projekt: Harmonogram - Zametač SW  
 Datum: 20.5. 14

Úkol Průběh Souhrnný Vnější úkoly Konečný termín   
 Rozdělení Milník Souhrm projektu Vnější milník

## Analýza potencionálních vad a jejich příčin

Zametač

FMEA-K

Název dílu: <b>Zametač SW - Grand</b>	Číslo dílu (zákazník):	Odpovědnost za proces: <b>Miroslav Novák</b>	Zpracoval: <b>Miroslav Novák</b>
Zákazník: <b>Agrometall s.r.o.</b>	Výkresové číslo:	Změna FMEA: <b>0</b>	
Projekt: <b>Zametač SW - Grand</b>	Změna výkresu/datum:	Datum zpracování: <b>1.3.2014</b>	
Základní tým:		Datum původní FMEA:	Podpis:

číslo položky	funkce / požadavky	potencionální způsob chyby	potencionální důsledek chyby	S	C	potencionální příčina / mechanismus chyby	O	současné řízení		D	RPn 130	doporučené opatření	odpovědnost / cílový termín	výsledek opatření				
								prevence	detekce					provedené opatření	S	O	D	RPn
10	Volba materiálu nosných konstrukcí	Nevhodný materiál	Nefunkčnost zařízení - deformace při zatížení	7		Vybraný materiál s nevhodnými mechanickými vlastnostmi	3	Použití kovu	Kontrola mechanických vlastností materiálů	3	63	Přezkoumání mechanických vlastností, výběr vhodnějšího materiálu	Technolog, nákupčí	Výběr vhodného materiálu	6	3	3	54
20	Výběr vhodného tvaru profilů	Nevhodný profil	Nefunkčnost zařízení - deformace při zatížení	7		Vybraný profil s nevhodnými poměry zatížení	3	Návrh vhodných profilů	Výpočet, simulace, materiálový list, zkouška	3	63	Nový návrh	Konstruktor, technolog	Výběr vhodného tvaru	6	3	3	54
30	Splnění požadavků na funkčnost	Vyložení sběrné vany	Nefunkčnost zařízení - omezení funkčnosti při zatížení, vyložení mimo odvozní prostředek	8		Nevhodná konstrukce	4	Návrh konstrukce	Simulace	2	64	Přezkoumání tvaru vyklápecích ramen	Konstruktor	Změna konstrukce	8	3	2	48
		Vyklápění sběrné vany	Omezení vyprázdnění	8		Malý rozsah vyklopení	4	Návrh konstrukce	Simulace	2	64							
40	Splnění požadavků na silniční vozidla	Nevhodná konstrukce	Omezení použití	8		Rozměry neodpovídající normě	4	Návrh konstrukce odpovídající normě	Studium normy	2	64	Přezkoumání rozměrů zařízení, změna konstrukce	Konstruktor	Změna konstrukce	8	3	2	48
50	Bezpečnostní požadavky	Chybějící bezpečnostní prvky	Možnost zranění obsluhy	8		Nedodržené požadavky na bezpečnost stroje	4	Kryty, bezpečnostní prvky	Normy, požadavky na bezpečnost	2	64							
60	Komplexita	Nevhodný tvar	Zvýšené nároky na montáž, cena	7		Použití příliš robustní konstrukce	3	Návrh konstrukce	Simulace	2	42							
70	Povrchová úprava dílů	Nevhodný způsob povrchové úpravy	Snížení mechanických vlastností, životnost stroje	6		Koroze	3	Použití vhodné povrchové úpravy	Studium materiálových listů, technologie nanášení	3	54							
80	Volba dodavatelů dílů a materiálu	Cena, pozdní dodávky	Omezení výroby, plnění dodávek	5		Pozdní dodávky	3	výběr prověřených dodavatelů	Reference	2	30							



# Analýza potencionálních vad a jejich příčin

Zametač

FMEA-K

Název dílu: <b>Zametač SW - Grand</b>	Číslo dílu (zákazník):	Odpovědnost za proces: <b>Miroslav Novák</b>	Zpracoval: <b>Miroslav Novák</b>
Zákazník: <b>Agrometall s.r.o.</b>	Výkresové číslo:	Změna FMEA: <b>0</b>	Podpis:
Projekt: <b>Zametač SW - Grand</b>	Změna výkresu/datum:	Datum zpracování: <b>1.3.2014</b>	
Základní tým:		Datum původní FMEA:	

číslo položky	funkce požadavky	potencionální způsob chyby	potencionální důsledek chyby	s	C	potencionální příčina/ mechanismus chyby	O	současné řízení		D	RPn 130	doporučené opatření	odpovědnost/ cílový termín	výsledek opatření				
								prevence	detekce					provedené opatření	s	O	D	RPn
90	Zavěšení stroje	Nevhodné zavěšení	Omezení funkčnosti stroje, paškození stroje při zatížení	6		Použití nevhodného principu uchycení	4	Dodatečné mechanické zajištění	Výpočet, simulace, materiálový list	2	48							
100	Návrh hydraulických okruhů	Omezení vyložení, vyklopení, polohy	Omezení únosnosti	5		Navržené hydraulické okruhy neodpovídající požadavkům na funkci stroje	4	Spolupráce s dodavatelskou firmou	Simulace	3	60							
110	Návrh objemu sběrné vany	Malý objem	Zvýšení provozních nákladů	6		Nedodržení očekávaných parametrů	3	Studium využití stroje	Implementace požadavků zákazníků	2	36							
120	Návrh konstrukce sběrné vany	Nevhodný tvar	Snížení účinnosti sběru nečistot, snížení množství, zvýšení prašnosti	6		Použití nevhodného tvaru	3	Konstrukce	Studium vlastností materiálů	2	36							
130	Návrh zakrytí kartáče	Nevhodný tvar	Snížení účinnosti, zvýšení prašnosti	5		Použití malé plochy a tvaru zakrytí	3	Konstrukce	Studium vlastností materiálů	2	30							
140	Umístění opěrných prvků	Nevhodné umístění	Zvýšení poškození při manipulaci	5		Špatná pozice umístění	4	Konstrukce umístění mimo prostor otáčení podpěrných kol	Simulace	2	40							
150	Konstrukce nastavení pracovní polohy	Nedostatečný pracovní úhel natočení	Omezení funkčnosti-nemožnost umístění odklizeného materiálu mimo stroj	6		Navržeí chybného úhlu natočení	3	Konstrukce stroje umožňující vyložení materiálu do odvozního prostředku	Simulace	2	36							
160	Vyložení sběrné vany	Vyložení sebraného materiálu	Nefunkčnost zařízení-omezení funkčnosti při zatížení, vyložení mimo odvozní prostředek	3		Omezení funkčnosti stroje	3	Konstrukce stroje umožňující vyložení materiálu do odvozního prostředku	Simulace	2	18							
170	Vyklápění sběrné vany	Tvar a umístění uložení sběrné vany	Omezení vyložení materiálu	5		Malý úhel vyklopení	3	Zvětšení úhlu vyklopení	Simulace	2	30							

# Analýza potencionálních vad a jejich příčin

Zametač

FMEA-K

Název dílu: <b>Zametač SW - Grand</b>	Číslo dílu (zákazník):	Odpovědnost za proces: <b>Miroslav Novák</b>	Zpracoval: <b>Miroslav Novák</b>
Zákazník: <b>Agrometall s.r.o.</b>	Výkresové číslo:	Změna FMEA: <b>0</b>	Podpis:
Projekt: <b>Zametač SW - Grand</b>	Změna výkresu/datum:	Datum zpracování: <b>1.3.2014</b>	
Základní tým:		Datum původní FMEA:	

číslo položky	funkce požadavky	potencionální způsob chyby	potencionální důsledek chyby	s	C	potencionální příčina/ mechanismus chyby	O	současné řízení		D	RPn 130	doporučené opatření	odpovědnost/ cílový termín	výsledek opatření				
								prevence	detekce					provedené opatření	s	O	D	RPn
180	Umístění odsávání	Pozice umístění	Snížená účinnost odsávání	4		Tvar a umístění vnitřních příček sběrné vany	3	Změna tvaru vnitřních příček	Test	3	36							
190	Konstrukce skrápění - umístění	Pozice umístění	Omezení účinnosti skrápění, zvýšení prašnosti	4		Umístění skrápění do prostoru, který omezí adresnou aplikaci skrápěcí kapaliny	3	Simulace, studium vlastností kapaliny	Test	2	24							
200	Volba typu trysek skrápění	Výběr trysek s vhodným rozstřikem	Omezení účinnosti skrápění, zvýšení prašnosti	2		Výběr trysek s nevhodným tvarem rozstřiku	3	Použití trysek s vhodným tvarem rozstřiku	Katalogové listy	2	12							
210	Konstrukce zásobníku skrápění	Použitý materiál, konstrukce, design	Zatížení rámu stroje, nemožnost vyprázdnění	6		Chybná konstrukce	3	Simulace, studium vlastností kapaliny	Test	2	36							
220	Volba materiálu zásobníku skrápění	Použitý materiál, konstrukce, design	Nefunkčnost zásobníku, snížení životnosti	6		Volba materiálu s nevhodnými vlastnostmi	3	Použití plastu odolávajícímu povětrnostním podmínkám	Studium materiálových listů	2	36							
230	Cena	Použitý materiál, konstrukce, design	Omezení prodeje	7		Vysoké vstupní náklady, cena výroby	3	Použití standardních materiálů a dílů	Průzkum trhu	2	42							

Poznámka: Hodnocení s, O, D provedeno dle metodiky FmEA 3. vydání (Qs 9000)

## Příloha č. 3

# Zavěšení zametače - zpráva pevnostní analýzy

### Projekt

Číslo součásti	sestava zavěšení - simulace_Náhrada_1
Kreslil	Uživatel
Náklady	0,00 Kč
Datum vytvoření	3.5.2014

### Fyzické

Materiál	Ocel, měkká
Hustota	7,86 g/cm <sup>3</sup>
Hmotnost	71,2774 kg
Plocha	2550570 mm <sup>2</sup>
Objem	9068370 mm <sup>3</sup>
Těžiště	x=-1,26412 mm y=232,494 mm z=-1,15017 mm

## Simulace:1

### Obecné cíle a nastavení:

Cíl návrhu	Jediný bod
Typ simulace	Statická analýza
Datum poslední úpravy	17.5.2014, 18:58
Zjistit a odstranit režimy tuhého tělesa	Ne

### Nastavení sítě:

Prům. velikost prvku (zlomek průměru modelu)	0,1
Min. velikost prvku (zlomek prům. velikosti)	0,2
Součinitel zemních těles	1,5
Max. úhel pootočení	60 deg
Vytvořit zakřivené prvky sítě	Ano

### Materiály

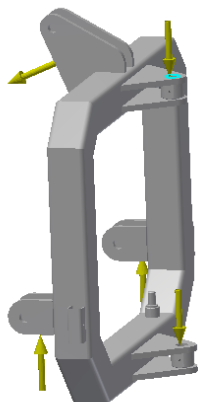
Název	Ocel, měkká	
Obecné	Měrná hmotnost	7,86 g/cm <sup>3</sup>

	Mez kluzu v tahu	235 MPa
	Mez pevnosti v tahu	345 MPa
Napětí	Youngův modul	220 GPa
	Poissonova konstanta	0,275 ul
	Modul pružnosti	86,2745 GPa
Tepelné napětí	Koeficient roztažnosti	0,000012 ul/c
	Tepelná vodivost	56 W/( m K )
	Měrné teplo	460 J/( kg c )
Názvy součástí	sestava zavěšení - simulace_Náhrada_1	

## Provozní podmínky

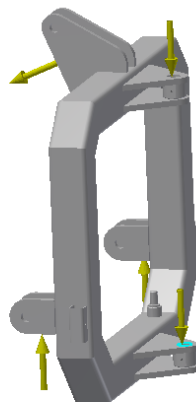
### Síla:1

Typ zatížení	Síla
Velikost	20000,000 N
Vektor X	0,000 N
Vektor Y	-20000,000 N



### Síla:2

Typ zatížení	Síla
Velikost	20000,000 N
Vektor X	0,000 N
Vektor Y	-20000,000 N



### Síla:3

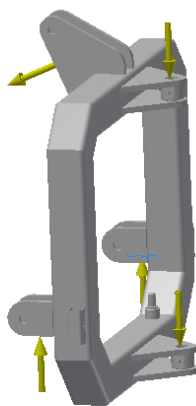
Typ zatížení	Síla
Velikost	20000,000 N
Vektor X	0,000 N



Vektor Y	20000,000 N
Vektor Z	0,000 N

#### Síla:4

Typ zatížení	Síla
Velikost	20000,000 N
Vektor X	0,000 N
Vektor Y	20000,000 N
Vektor Z	0,000 N



#### Síla:5

Typ zatížení	Síla
Velikost	10000,000 N
Vektor X	-0,000 N
Vektor Y	-4029,552 N
Vektor Z	9152,197 N



#### Pevná vazba:1

Typ vazby	Pevná vazba
-----------	-------------



## Výsledky

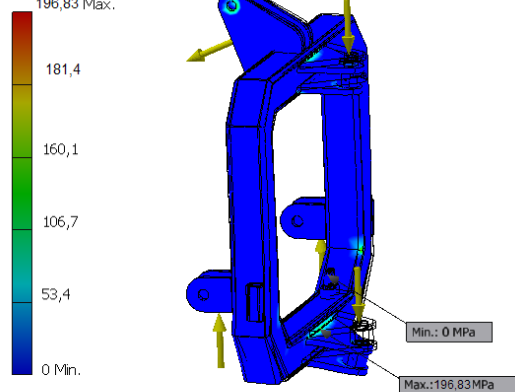
### Reakční síla a moment na vazbách

Název vazby	Reakční síla		Reakční moment	
	Velikost	Komponenta (X,Y,Z)	Velikost	Komponenta (X,Y,Z)
Pevná vazba:1	10000 N	0 N	6143,08 N m	6133,07 N m
		4029,55 N		321,455 N m
		-9152,2 N		140,005 N m

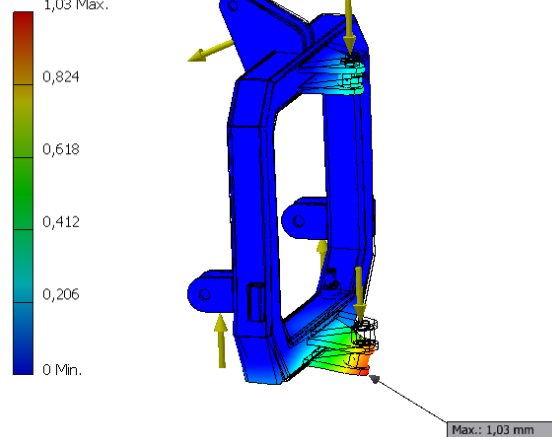
### Souhrn výsledků

Název	Minimální	Maximální
Objem	9068370 mm <sup>3</sup>	
Hmotnost	71,2774 kg	
Napětí Von Mises	0,00452836 MPa	196,837 MPa
První hlavní napětí	-96,6006 MPa	215,842 MPa
Třetí hlavní napětí	-208,288 MPa	88,4655 MPa
Posunutí	0 mm	1,02972 mm
Součinitel bezpečnosti	0,775755 ul	15 ul
Napětí XX	-119,444 MPa	112,78 MPa
Napětí XY	-64,031 MPa	59,9247 MPa
Napětí XZ	-55,3667 MPa	55,352 MPa
Napětí YY	-219,118 MPa	225,286 MPa
Napětí YZ	-84,736 MPa	89,8483 MPa
Napětí ZZ	-139,365 MPa	129,903 MPa
Posunutí X	-0,0872284 mm	0,0871711 mm
Posunutí Y	-0,945949 mm	0,0108829 mm
Posunutí Z	-0,0675631 mm	0,437848 mm
Ekvivalentní napětí (vnitřní)	0,0000000196048 ul	0,00110609 ul
První hlavní napětí (vnitřní)	-0,0000990984 ul	0,00130521 ul
Třetí hlavní napětí (vnitřní)	-0,00101927 ul	0,0000642414 ul
Napětí XX (vnitřní)	-0,000312253 ul	0,000345259 ul
Napětí XY (vnitřní)	-0,000371089 ul	0,000347291 ul
Napětí XZ (vnitřní)	-0,000320875 ul	0,00032079 ul
Napětí YY (vnitřní)	-0,000959453 ul	0,0012049 ul
Napětí YZ (vnitřní)	-0,000491084 ul	0,000520712 ul
Napětí ZZ (vnitřní)	-0,000519365 ul	0,000481717 ul

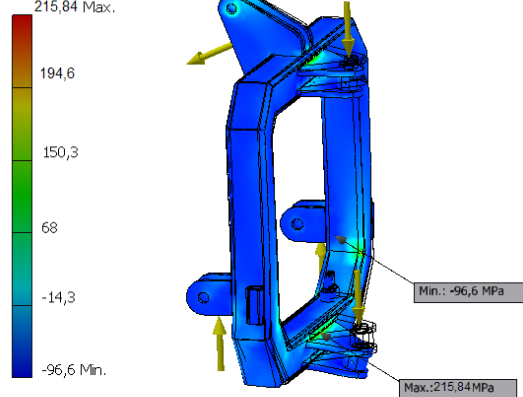
Typ: Napětí Von Mises  
Jednotka: MPa  
17.5.2014, 19:10:53  
196,83 Max.



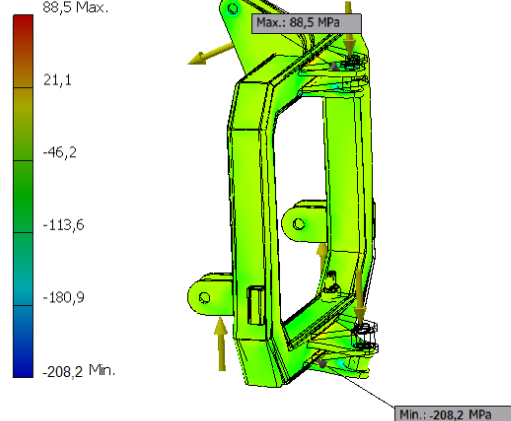
Typ: Posunutí  
Jednotka: mm  
17.5.2014, 19:11:00  
1,03 Max.



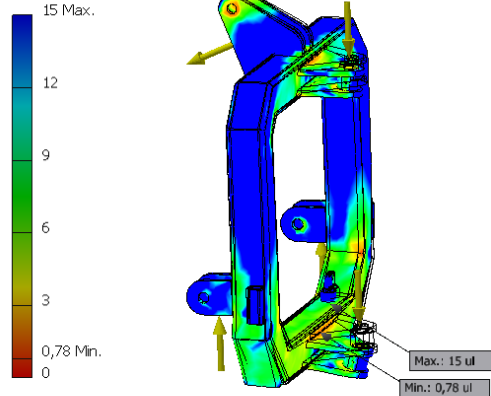
Typ: První hlavní napětí  
Jednotka: MPa  
17.5.2014, 19:10:54  
215,84 Max.



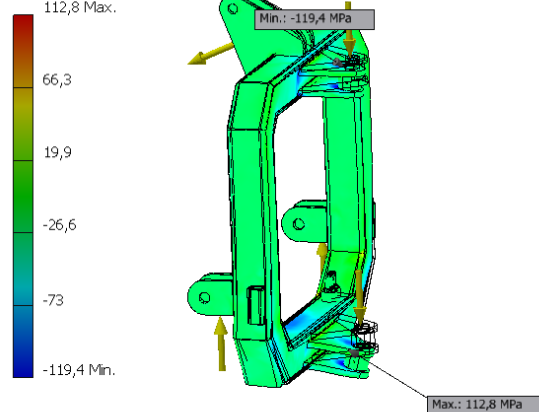
Typ: Třetí hlavní napětí  
Jednotka: MPa  
17.5.2014, 19:10:54  
88,5 Max.



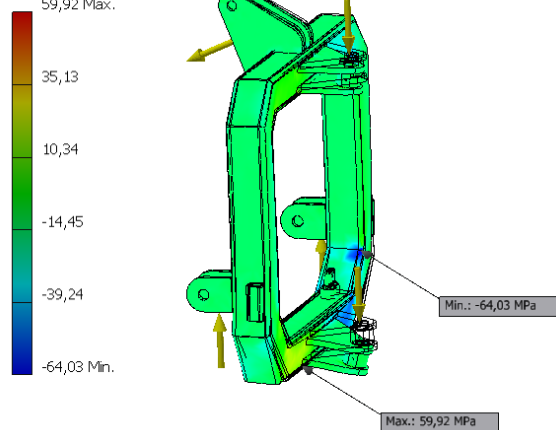
Typ: Součinitel bezpečnosti  
Jednotka: ul  
17.5.2014, 19:10:59  
15 Max.



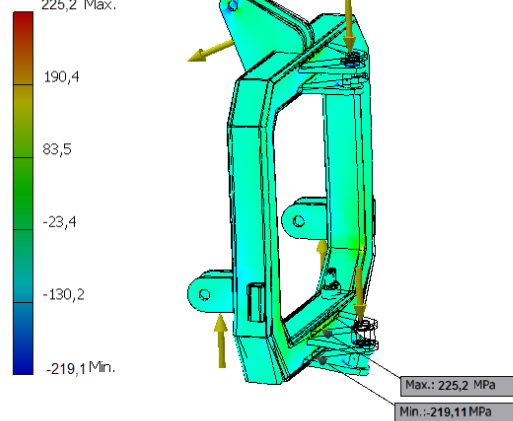
Typ: Napětí XX  
Jednotka: MPa  
17.5.2014, 19:10:55  
112,8 Max.



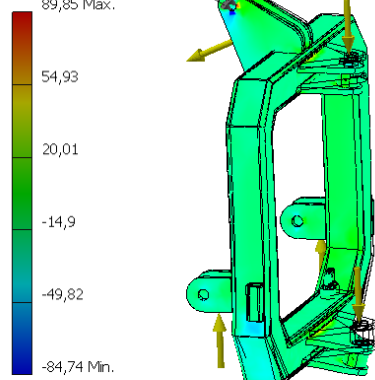
Typ: Napětí XY  
Jednotka: MPa  
17.5.2014, 19:10:56  
59,92 Max.



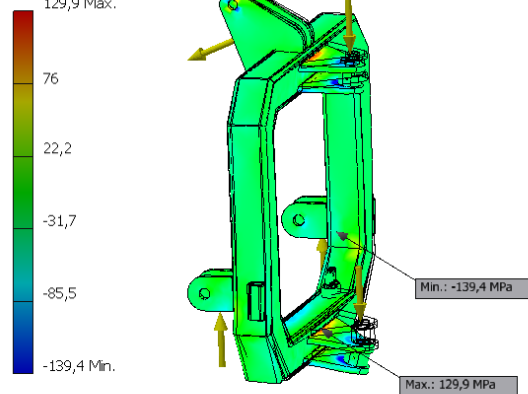
Typ: Napětí YY  
Jednotka: MPa  
17.5.2014, 19:10:57  
225,2 Max.



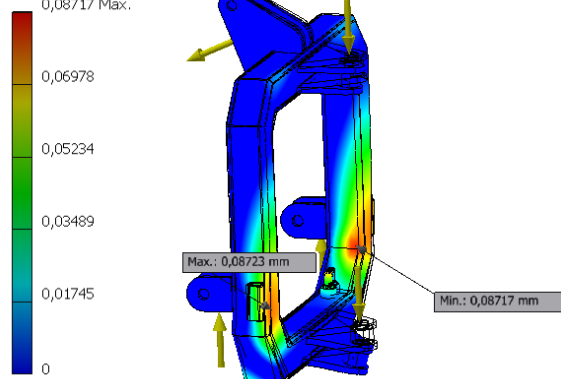
Typ: Napětí YZ  
Jednotka: MPa  
17.5.2014, 19:10:57  
89,85 Max.



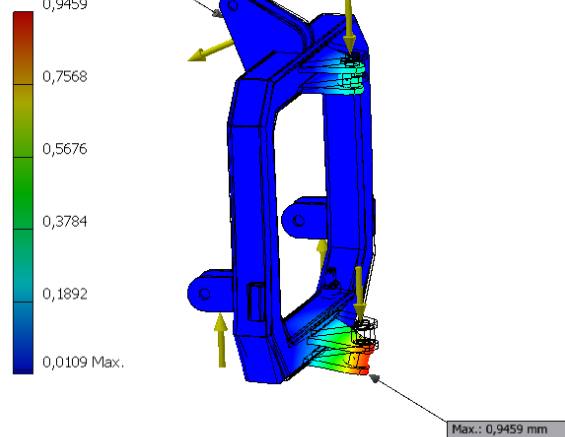
Typ: Napětí ZZ  
Jednotka: MPa  
17.5.2014, 19:10:58  
129,9 Max.



Typ: Posunutí X  
Jednotka: mm  
17.5.2014, 19:11:01  
0,08717 Max.

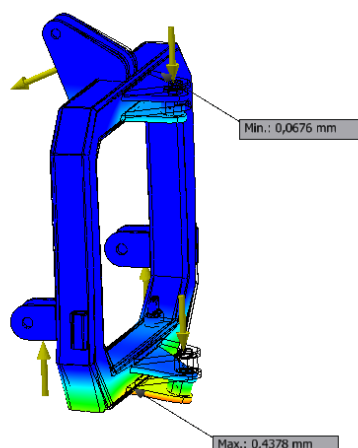
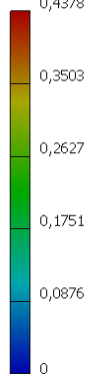


Typ: Posunutí Y  
Jednotka: mm  
17.5.2014, 19:11:01  
0,9459 Max.

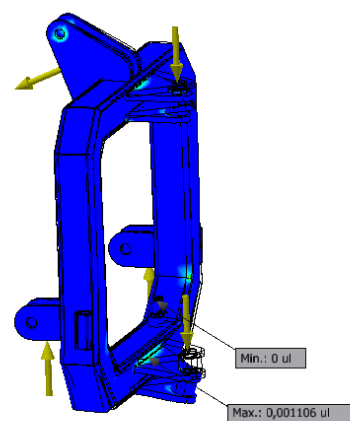
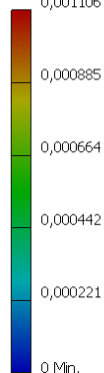




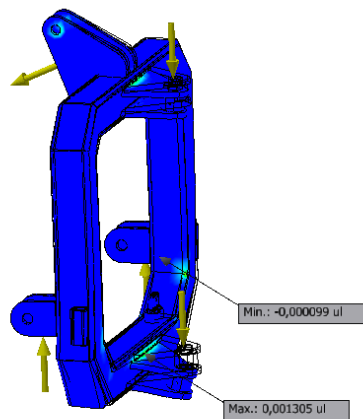
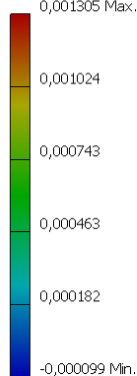
Typ: Posunutí Z  
Jednotka: mm  
17.5.2014, 19:11:02  
0,4378 Max.



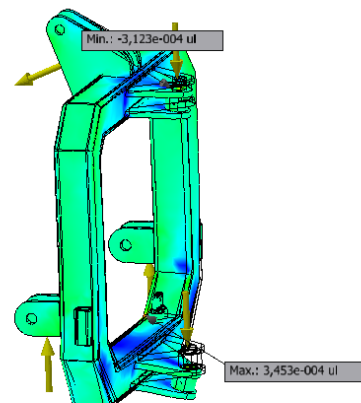
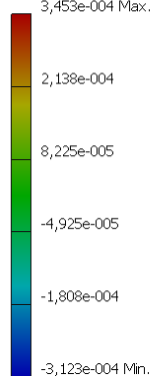
Typ: Ekvivalentní napětí (vnitřní)  
Jednotka: ul  
17.5.2014, 19:11:03  
0,001106 Max.



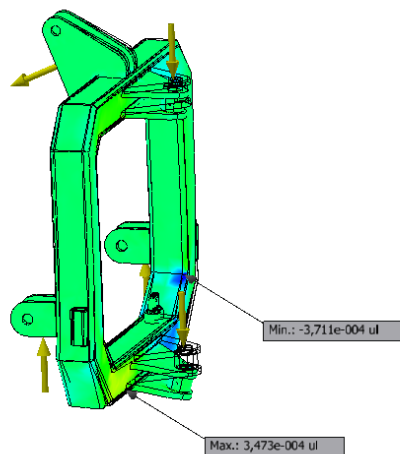
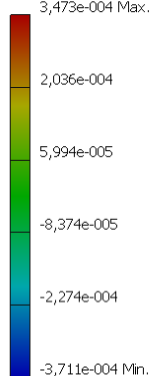
Typ: První hlavní napětí (vnitřní)  
Jednotka: ul  
17.5.2014, 19:11:03  
0,001305 Max.



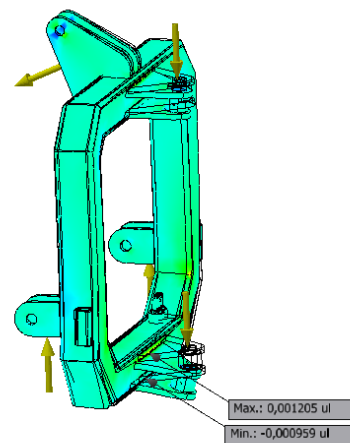
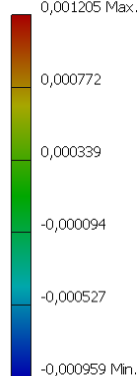
Typ: Napětí XX (vnitřní)  
Jednotka: ul  
17.5.2014, 19:11:04  
3,453e-004 Max.

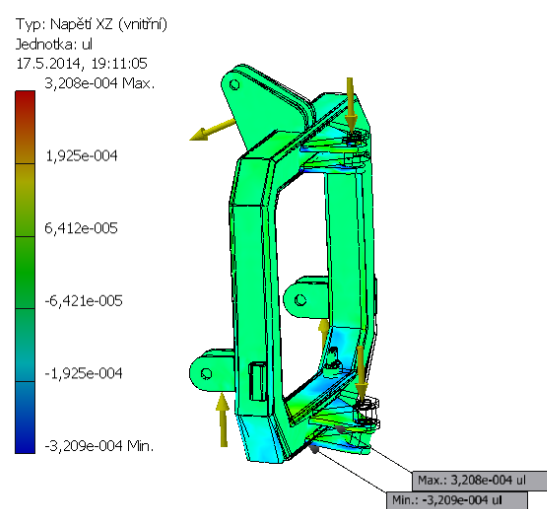
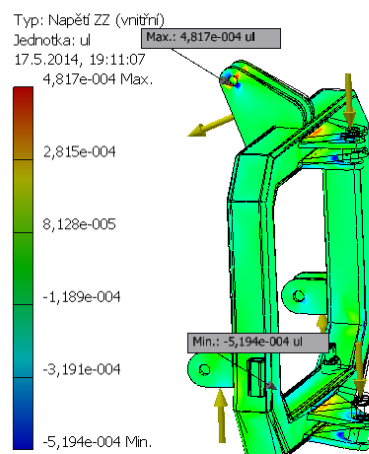
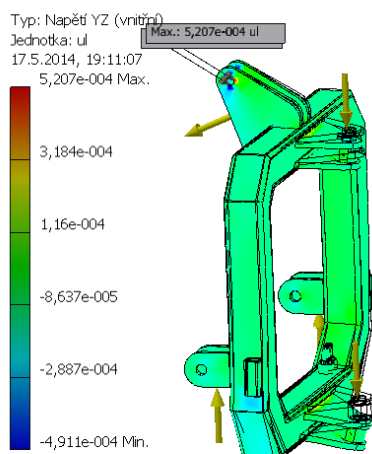


Typ: Napětí XY (vnitřní)  
Jednotka: ul  
17.5.2014, 19:11:05  
3,473e-004 Max.



Typ: Napětí YY (vnitřní)  
Jednotka: ul  
17.5.2014, 19:11:06  
0,001205 Max.





## Příloha č. 4

# Vyklápěcí rameno - zpráva pevnostní analýzy

### Projekt

Číslo součásti	vyklápěcí rameno - simulace - 1
Kreslil	Uživatel
Náklady	0,00 Kč
Datum vytvoření	20.4.2014

### Fyzické

Hmotnost	139,523 kg
Plocha	5257160 mm <sup>2</sup>
Objem	17751100 mm <sup>3</sup>
Těžiště	x=-284,976 mm y=750,701 mm z=362,53 mm

### Simulace:1

#### Obecné cíle a nastavení:

Cíl návrhu	Jediný bod
Typ simulace	Statická analýza
Datum poslední úpravy	18.5.2014, 10:58
Zjistit a odstranit režimy tuhého tělesa	Ne
Oddělovat napětí na povrchu dotyků	Ne
Analýza pohybového zatížení	Ne

#### Nastavení sítě:

Prům. velikost prvku (zlomek průměru modelu)	0,1
Min. velikost prvku (zlomek prům. velikosti)	0,2
Součinitel zemních těles	1,5
Max. úhel pootočení	60 deg
Vytvořit zakřivené prvky sítě	Ne
Použít pro síť sestavy měření založená na součástech	Ano

### Materiály

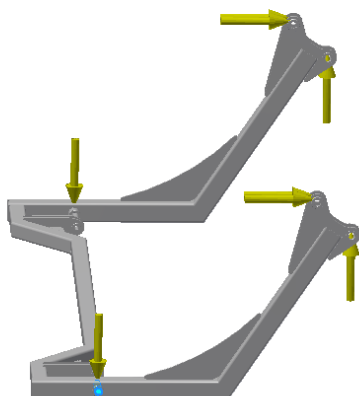
Název	Ocel, měkká	
Obecné	Měrná hmotnost	7,86 g/cm <sup>3</sup>

	Mez kluzu v tahu	235 MPa
	Mez pevnosti v tahu	345 MPa
Napětí	Youngův modul	220 GPa
	Poissonova konstanta	0,275 ul
	Modul pružnosti	86,2745 GPa
Tepelné napětí	Koeficient roztažnosti	0,000012 ul/c
	Tepelná vodivost	56 W/( m K )
	Měrné teplo	460 J/( kg c )
Názvy součástí	vyklápěcí rameno - simulace - 1_Náhrada_1	

## Provozní podmínky

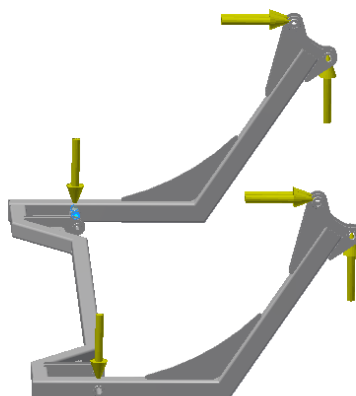
### Síla:1

Typ zatížení	Síla
Velikost	12500,000 N
Vektor X	-0,000 N
Vektor Y	-12500,000 N
Vektor Z	0,000 N



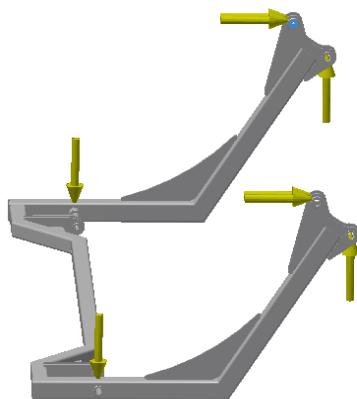
### Síla:2

Typ zatížení	Síla
Velikost	12500,000 N
Vektor X	-0,000 N
Vektor Y	-12500,000 N
Vektor Z	0,000 N



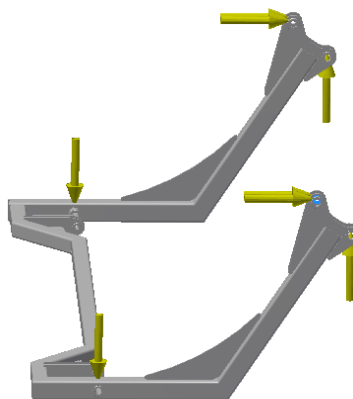
### Síla:3+4

Typ zatížení	Síla
Velikost	60000 N
Vektor X	-0,000 N
Vektor Y	0,000 N
Vektor Z	-60000 N



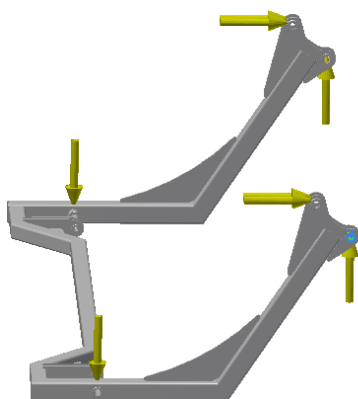
### Síla:5+6

Typ zatížení	Síla
Velikost	60000 N
Vektor X	-0,000 N
Vektor Y	0,000 N
Vektor Z	-60000 N



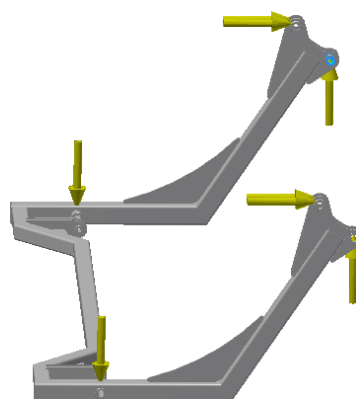
### Síla:7

Typ zatížení	Síla
Velikost	12500,000 N
Vektor X	0,000 N
Vektor Y	12500,000 N
Vektor Z	0,000 N



### Síla:8

Typ zatížení	Síla
Velikost	12500,000 N
Vektor X	0,000 N
Vektor Y	12500,000 N
Vektor Z	0,000 N



## Pevná vazba:1

Typ vazby	Pevná vazba
-----------	-------------



## Výsledky

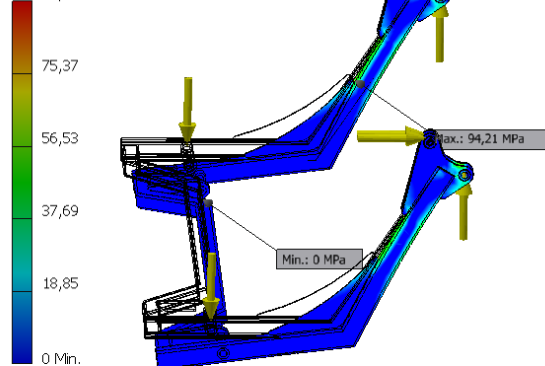
### Reakční síla a moment na vazbách

Název vazby	Reakční síla		Reakční moment	
	Velikost	Komponenta (X,Y,Z)	Velikost	Komponenta (X,Y,Z)
Pevná vazba:1	26975,4 N	0 N	11874,72 N m	-11864,72 N m
		-12500 N		0 N m
		25000 N		0 N m

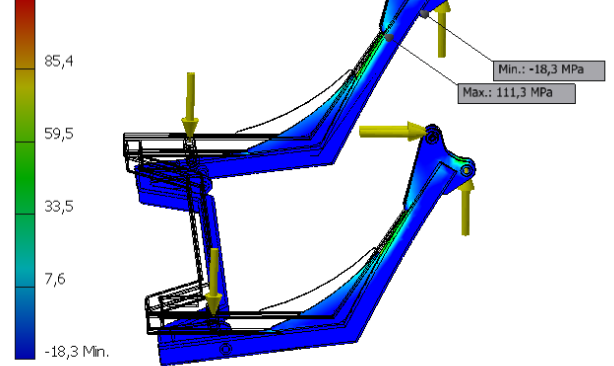
### Souhrn výsledků

Název	Minimální	Maximální
Objem	17751100 mm <sup>3</sup>	
Hmotnost	139,523 kg	
Napětí Von Mises	0,00384238 MPa	94,2146 MPa
První hlavní napětí	-18,3301 MPa	111,348 MPa
Třetí hlavní napětí	-80,9309 MPa	21,8153 MPa
Posunutí	0 mm	5,18506 mm
Součinitel bezpečnosti	2,19711 ul	15 ul
Napětí XX	-35,8512 MPa	41,4595 MPa
Napětí XY	-25,8901 MPa	26,6743 MPa
Napětí XZ	-28,2474 MPa	25,7557 MPa
Napětí YY	-44,166 MPa	90,5959 MPa
Napětí YZ	-48,3313 MPa	39,7942 MPa
Napětí ZZ	-61,5426 MPa	71,5826 MPa
Posunutí X	-0,0400462 mm	0,0415478 mm
Posunutí Y	-4,80636 mm	0,00425095 mm
Posunutí Z	-2,00831 mm	0,141823 mm
Ekvivalentní napětí (vnitřní)	0,0000000159541 ul	0,000388485 ul
První hlavní napětí (vnitřní)	-0,00000347417 ul	0,000448842 ul
Třetí hlavní napětí (vnitřní)	-0,000348994 ul	0,0000159651 ul
Napětí XX (vnitřní)	-0,000199062 ul	0,00017902 ul
Napětí XY (vnitřní)	-0,000150045 ul	0,00015459 ul
Napětí XZ (vnitřní)	-0,000163707 ul	0,000149266 ul
Napětí YY (vnitřní)	-0,000164781 ul	0,000346148 ul
Napětí YZ (vnitřní)	-0,000280102 ul	0,000230626 ul
Napětí ZZ (vnitřní)	-0,000241656 ul	0,000317529 ul

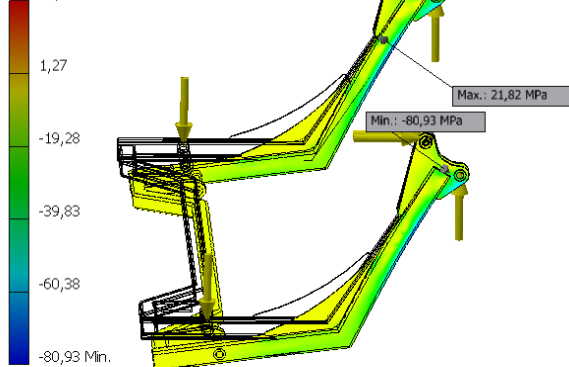
Typ: Napětí Von Mises  
Jednotka: MPa  
18.5.2014, 11:29:09  
94,21 Max.



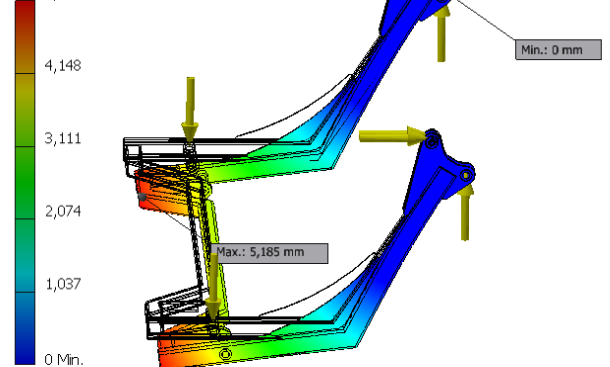
Typ: První hlavní napětí  
Jednotka: MPa  
18.5.2014, 11:29:10  
111,3 Max.



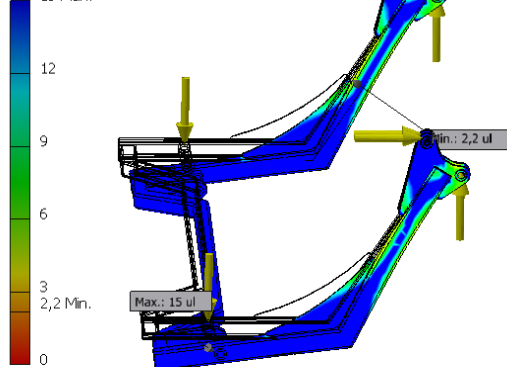
Typ: Třetí hlavní napětí  
Jednotka: MPa  
18.5.2014, 11:29:11  
21,82 Max.



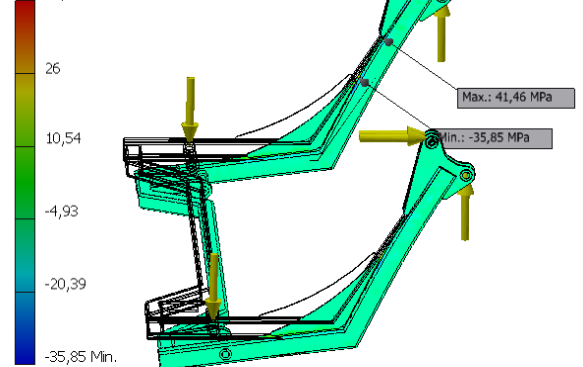
Typ: Posunutí  
Jednotka: mm  
18.5.2014, 11:29:17  
5,185 Max.



Typ: Součinitel bezpečnosti  
Jednotka: ul  
18.5.2014, 11:29:17  
15 Max.

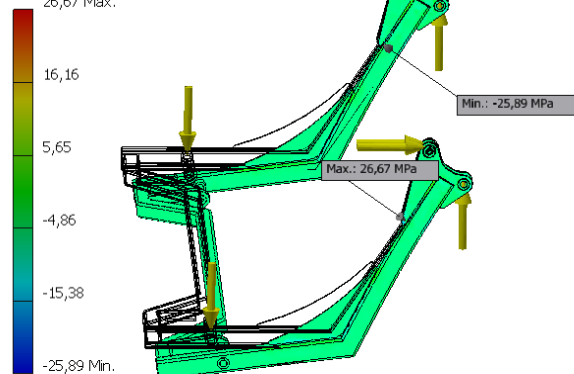


Typ: Napětí XX  
Jednotka: MPa  
18.5.2014, 11:29:12  
41,46 Max.

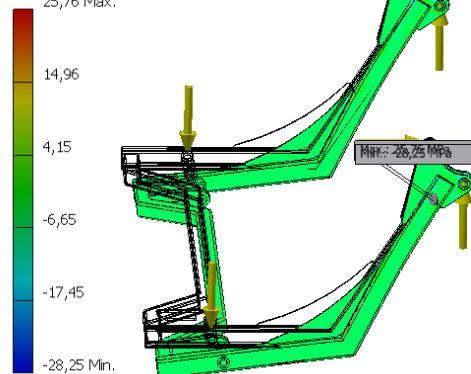




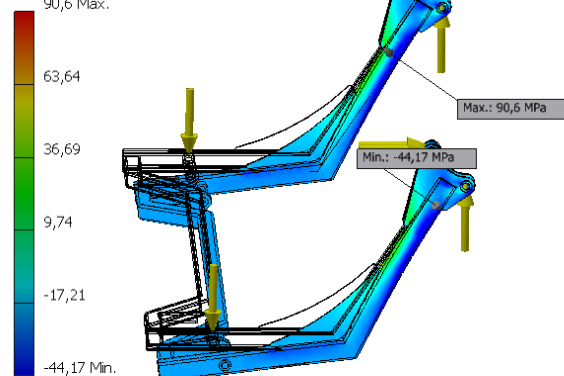
Typ: Napětí XY  
Jednotka: MPa  
18.5.2014, 11:29:13  
26,67 Max.



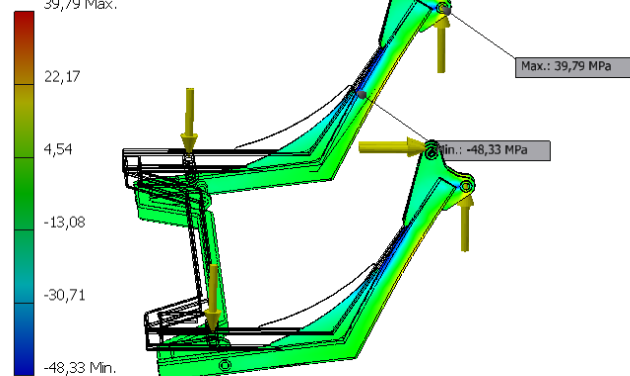
Typ: Napětí XZ  
Jednotka: MPa  
18.5.2014, 11:29:13  
25,76 Max.



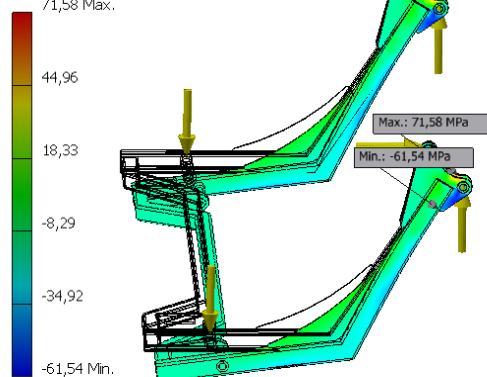
Typ: Napětí YY  
Jednotka: MPa  
18.5.2014, 11:29:14  
90,6 Max.



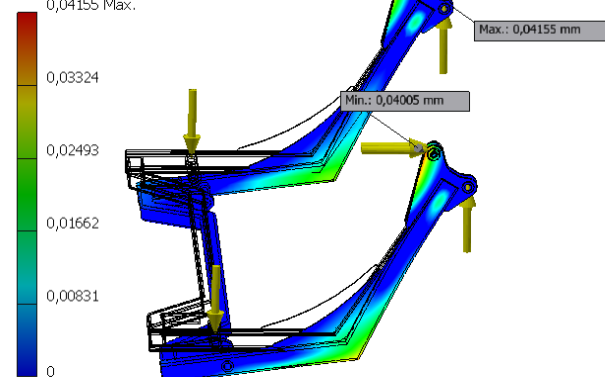
Typ: Napětí YZ  
Jednotka: MPa  
18.5.2014, 11:29:15  
39,79 Max.



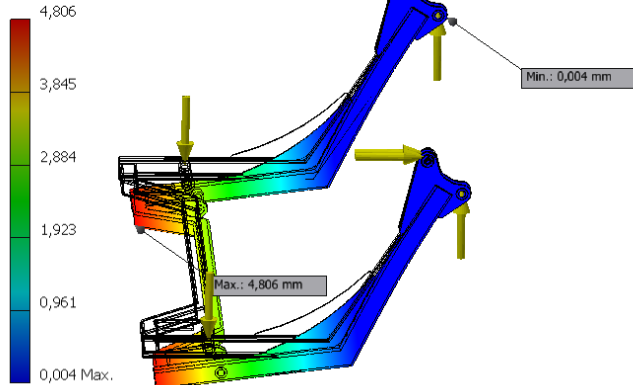
Typ: Napětí ZZ  
Jednotka: MPa  
18.5.2014, 11:29:16  
71,58 Max.



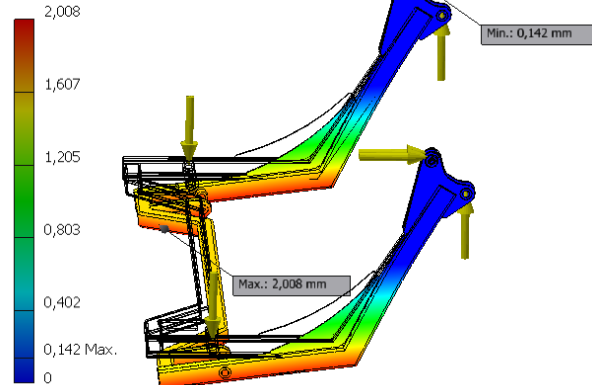
Typ: Posunutí X  
Jednotka: mm  
18.5.2014, 11:29:18  
0,04155 Max.



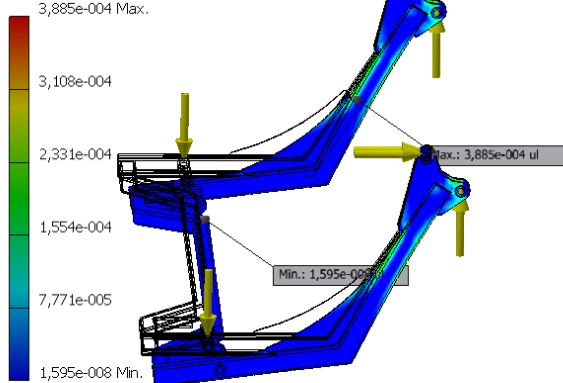
Typ: Posunutí Y  
Jednotka: mm  
18.5.2014, 11:29:19



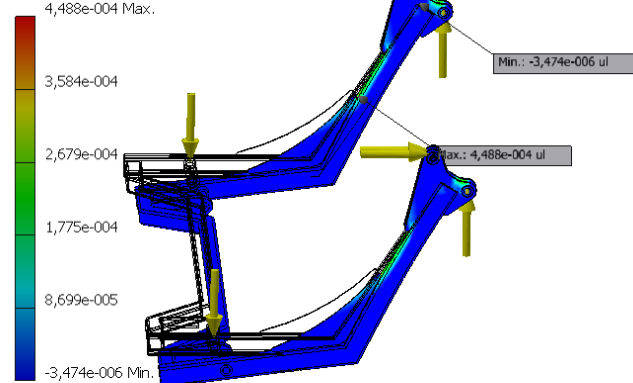
Typ: Posunutí Z  
Jednotka: mm  
18.5.2014, 11:29:20



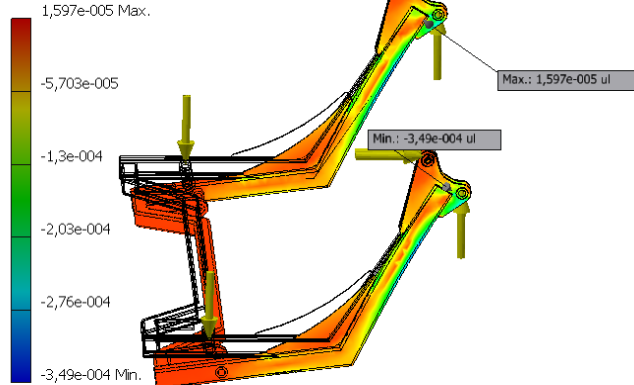
Typ: Ekvivalentní napětí (vnitřní)  
Jednotka: ul  
18.5.2014, 11:29:20



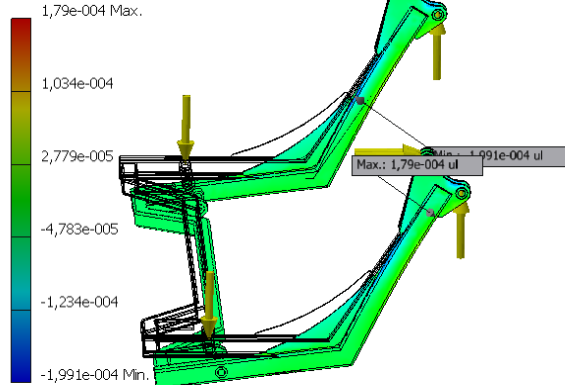
Typ: První hlavní napětí (vnitřní)  
Jednotka: ul  
18.5.2014, 11:29:21



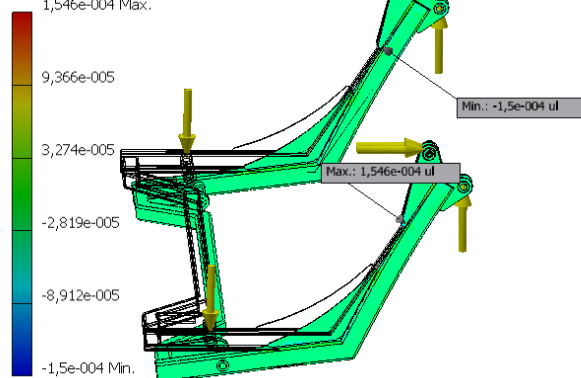
Typ: Třetí hlavní napětí (vnitřní)  
Jednotka: ul  
18.5.2014, 11:29:22



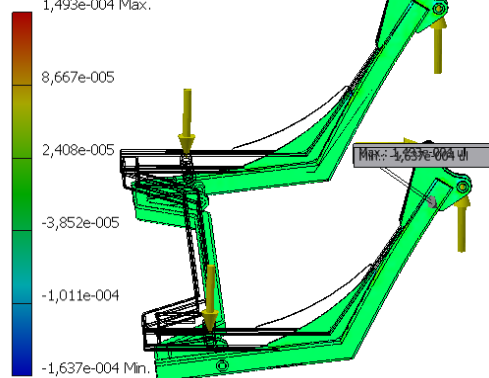
Typ: Napětí XX (vnitřní)  
Jednotka: ul  
18.5.2014, 11:29:23



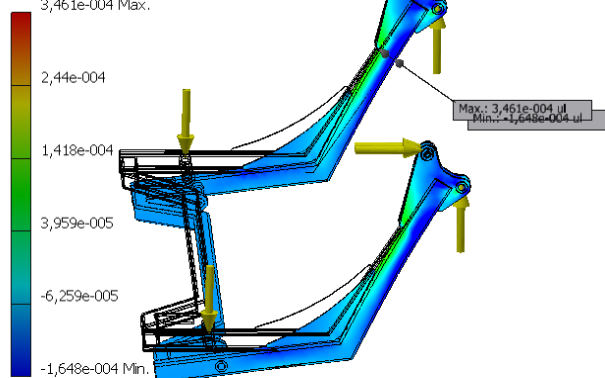
Typ: Napětí XY (vnitřní)  
Jednotka: ul  
18.5.2014, 11:29:24  
1,546e-004 Max.



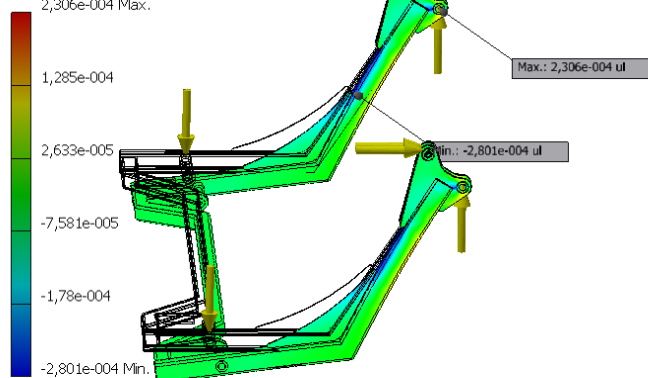
Typ: Napětí XZ (vnitřní)  
Jednotka: ul  
18.5.2014, 11:29:24  
1,493e-004 Max.



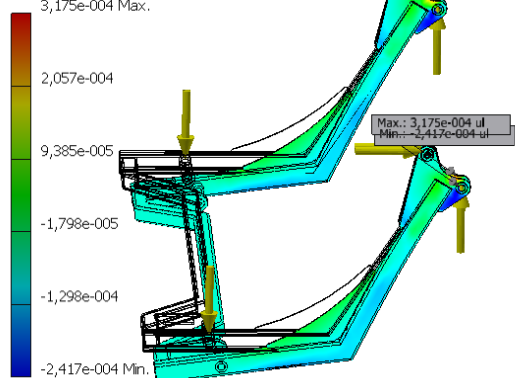
Typ: Napětí YY (vnitřní)  
Jednotka: ul  
18.5.2014, 11:29:26  
3,461e-004 Max.

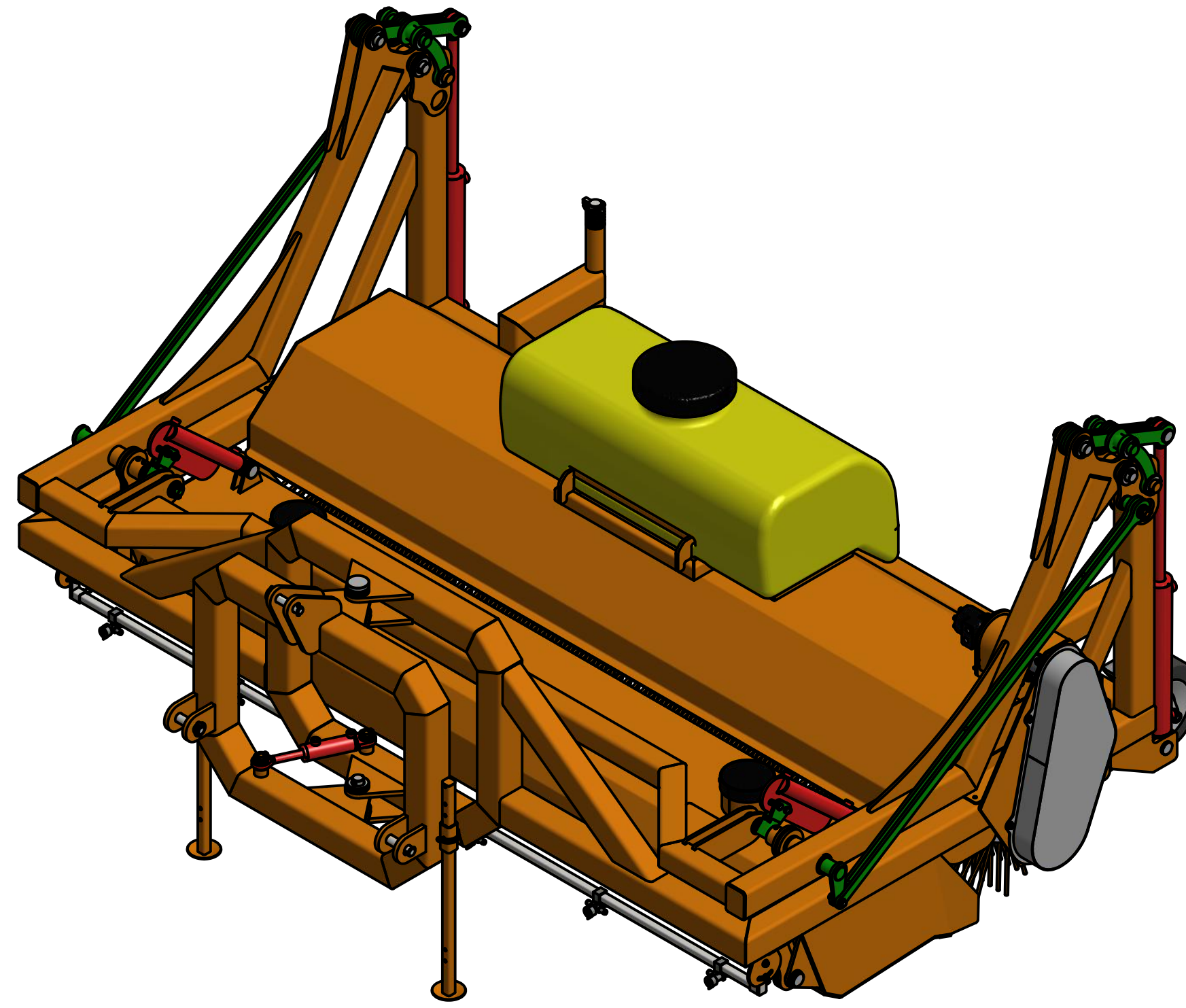
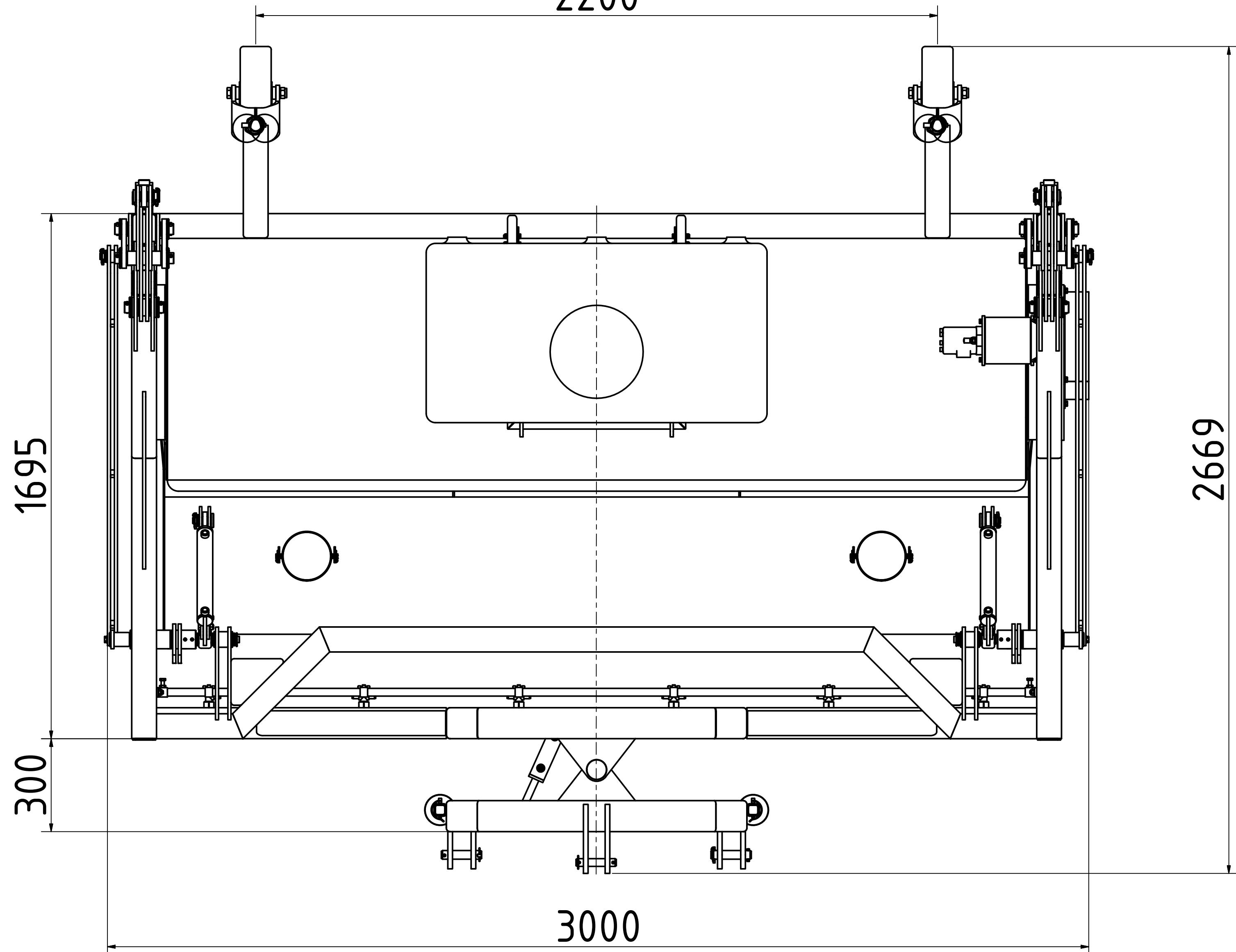
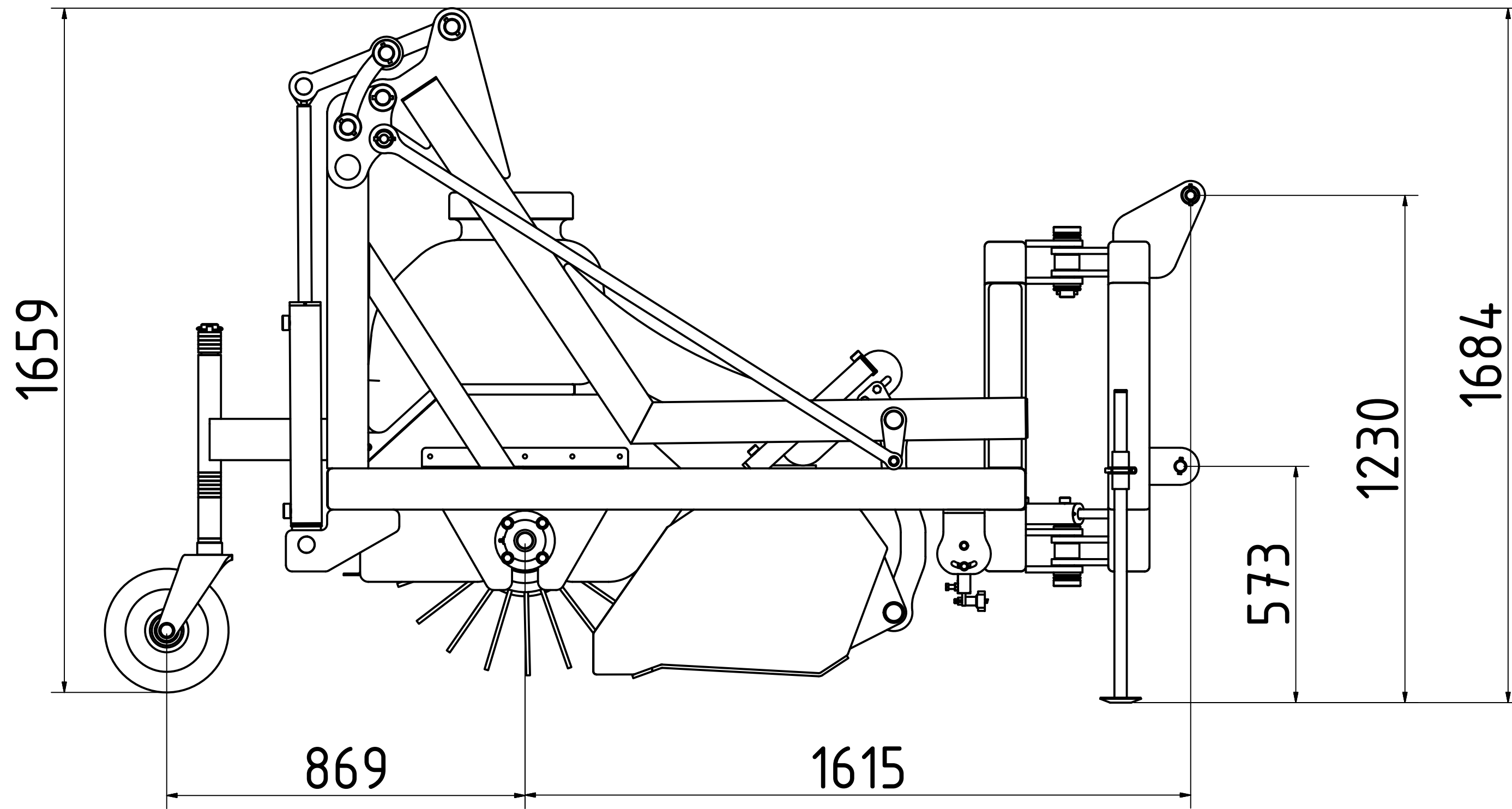
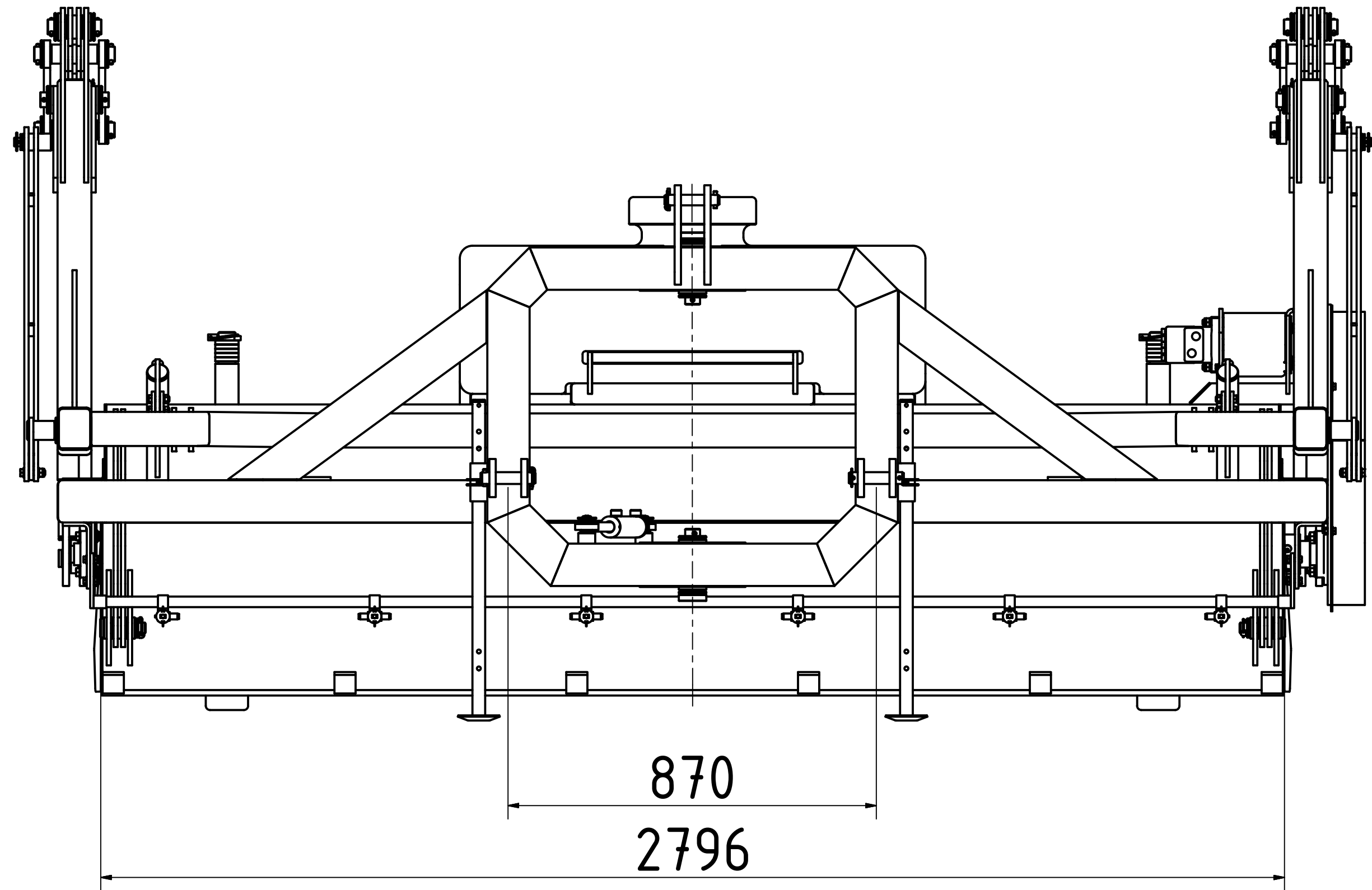


Typ: Napětí YZ (vnitřní)  
Jednotka: ul  
18.5.2014, 11:29:27  
2,306e-004 Max.



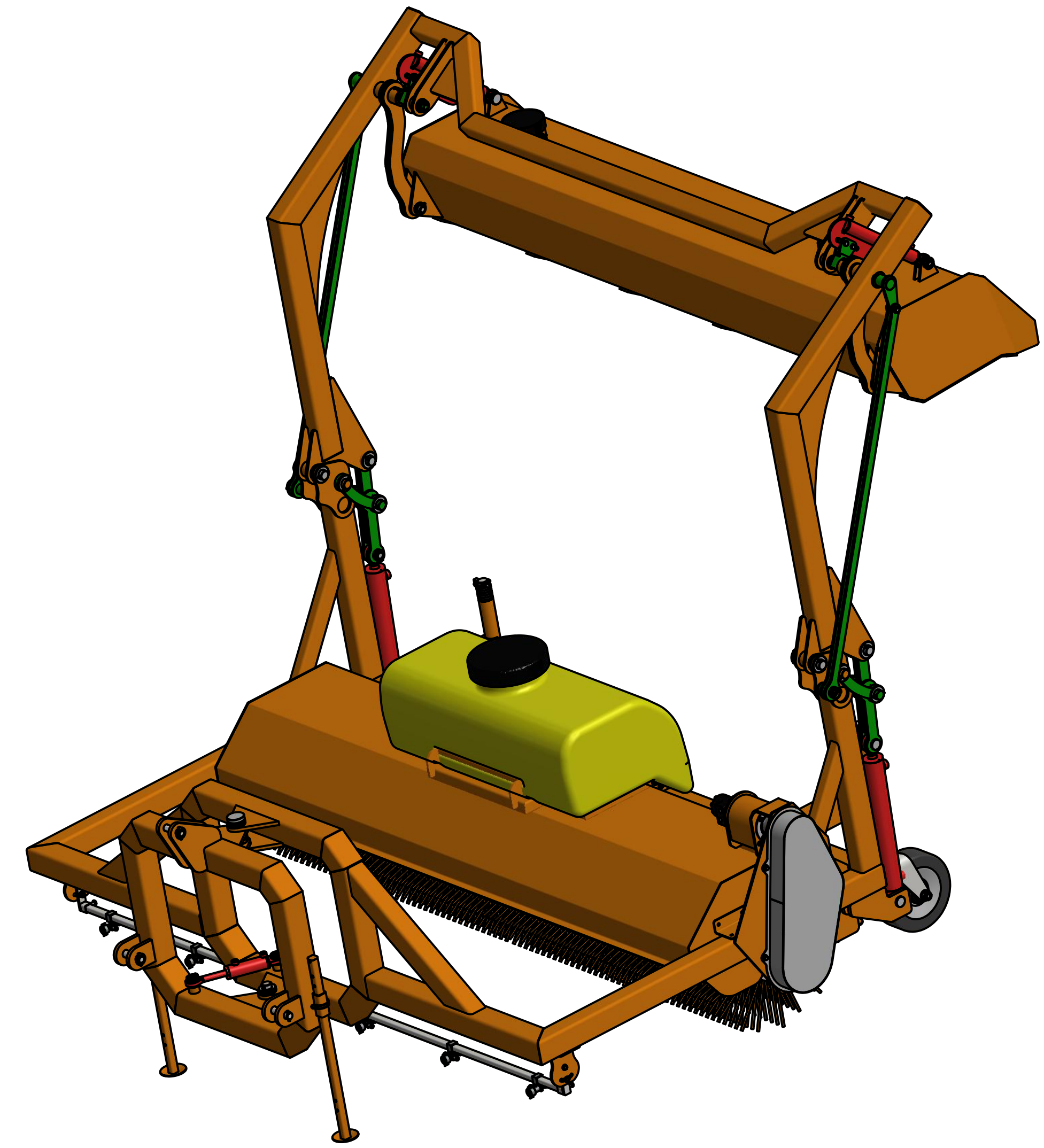
Typ: Napětí ZZ (vnitřní)  
Jednotka: ul  
18.5.2014, 11:29:28  
3,175e-004 Max.





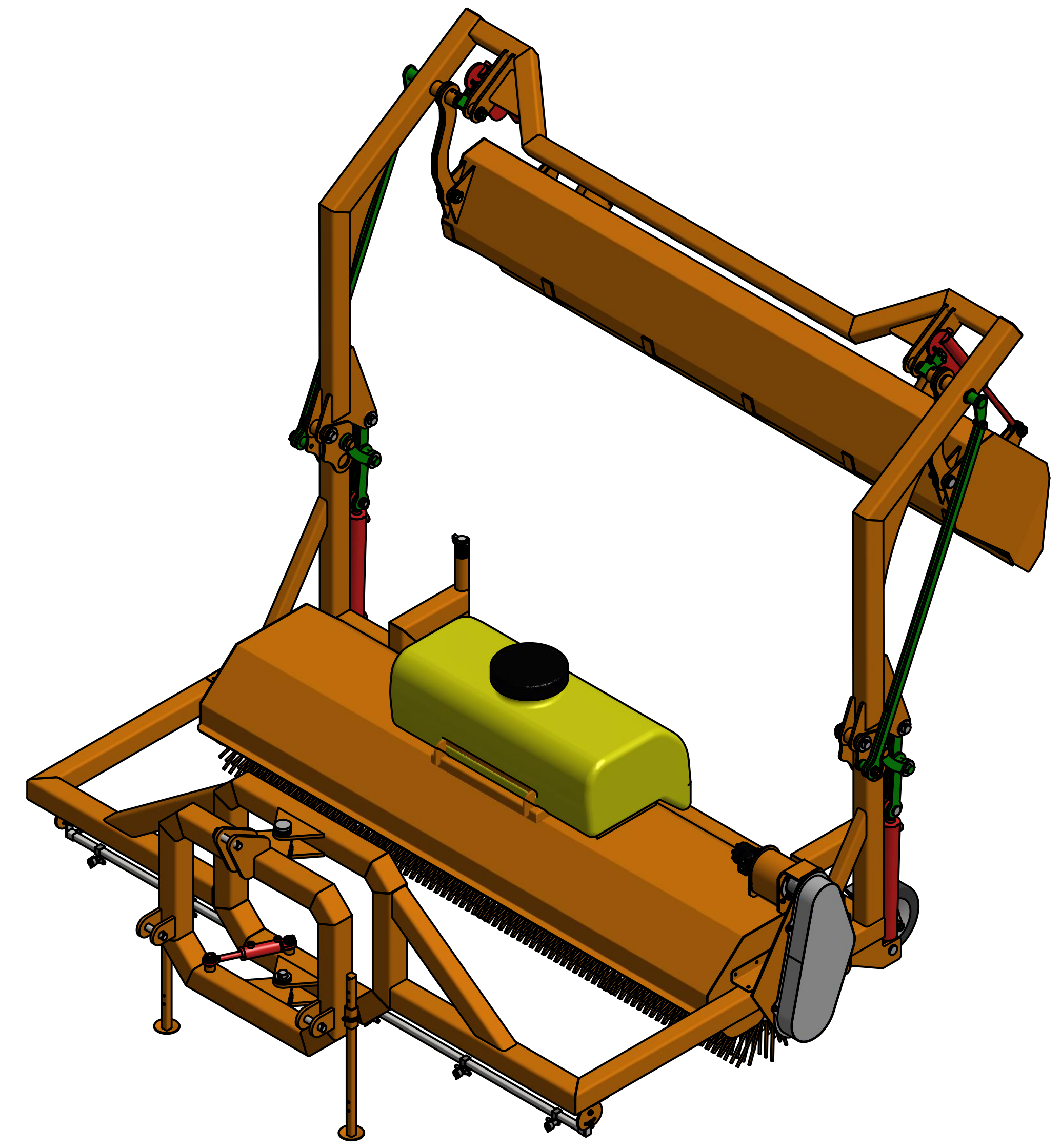
				Datum		Jméno			
				Nakreslil	20.5.2014	Miroslav Novák			
				Zemřel					
				Napsal					
</									





				Datum	Jméno	Zamětač SW-Grand-IN		
				Nakreslen	20.5.2014			Miroslav Novák
				Zkontroluje				
				Norma				
							Zamětač - vyložení	
							1	
							A1	
Stav	Země	Datum	Jméno					





				Datum	Jméno	Zamětač SW-Grand-IN	
				Nakreslil	Miroslav Novák		
				Ukončil			
				Norma			
						Zamětač - vyklopení	
						1	
						A1	
Stav	Země	Datum	Jméno				